

approved by the University of Calcutta
(Calcutta Gazette 18. 11. 43.)

নব প্রবর্তিত সিলেবাস অনুসারে লিখিত

বিজ্ঞান

[প্রবেশিকা পরীক্ষার্থীদের পাঠ্য]

বিজ্ঞান-সোপান, বিজ্ঞান (পঞ্চম ও ষষ্ঠ শ্রেণীর),

প্রভৃতি পুস্তক প্রণেতা

বাগনান উচ্চ ইংবাজী বিদ্যালয়ের ভূতপূর্ব সহকারী প্রধান শিক্ষক,

ক্যালকাটা বয়েজ (ইউবোপীয়) স্কুলের প্রধান গণিত ও

বিজ্ঞান শিক্ষক, কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের

‘ট্রেনিং সার্টিফিকেট’ প্রাপ্ত

শ্রীবিজয়কৃষ্ণ পাল, বি. এন্স-সি.

প্রণীত

এজেন্ট

চক্রবর্তী চ্যাটার্জী এণ্ড কোং
লিমিটেড্,

১৫ কলেজ স্কোয়ার

দি বুক কোম্পানি
লিমিটেড্,

৪১৩ বি কলেজ স্কোয়ার

কলিকাতা

মূল্য ২৫০ আনা

মুদ্রণ

শ্রীসমবেন্দ ভূষণ মল্লিক
বাণী প্রেস
১৬নং হেমেন্দ্র সেন ষ্ট্রীট, কলিকাতা।

শ্রীসমবেন্দ নাথ মুখার্জী
এম. আই. প্রেস
৩০নং গ্রে ষ্ট্রীট, কলিকাতা।

প্রকাশক
শ্রীজগদানন্দ দে, বি এ., বি. এল.,
৩০নং গোরাচাঁদ বোস বোড,
কলিকাতা।

সূচী

পদার্থ-বিদ্যা

বিষয়	পৃষ্ঠা	বিষয়	পৃষ্ঠা
প্রথম পরিচ্ছেদ		থার্মিটার	৫৮
পদার্থের অবস্থা	১	তাপ চলাচল	৬৪
প্রথম প্রস্তাবনা	৮	মেঘ ও বৃষ্টি	৭২
দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ		বায়ু উপব তাপেব ক্রিয়া	৮১
বায়ু ও তাহাব সাধারণ ধর্ম	২	পৃথিবীর উপব বায়ু ও	
বায়ুমণ্ডলেব চাপ	১৪	তাপেব ক্রিয়া	৮২
ব্যাবোমিটার	১২	চতুর্থ প্রস্তাবনা	২৩
দ্বিতীয় প্রস্তাবনা	২৩	পঞ্চম পরিচ্ছেদ	
তৃতীয় পরিচ্ছেদ		দোলকবিশিষ্ট ঘড়ি	২৬
জলের ধর্ম	২৫	দোলক যন্ত্রের প্রসাধন ও	
তরল পদার্থের চাপ	২৮	তাহাব প্রতিকাব	২৮
পাম্প	৩৬	পঞ্চম প্রস্তাবনা	১০০
ট্যান্টালাসের বাটি	৩৮	ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ	
কঠিন ও তরল পদার্থেব ঘনত্ব	৪০	শক্তি ও তাহার রূপান্তর	১০১
তরল পদার্থের প্রাবিতা ও		ষষ্ঠ প্রস্তাবনা	১০৫
আর্কিমিডিসের সিদ্ধান্ত	৪২	সপ্তম পরিচ্ছেদ	
তৃতীয় প্রস্তাবনা	৫০	আলোক	১০৪
চতুর্থ পরিচ্ছেদ		আলো ও ছায়া আলোব	
তাপ	৫৩	গতি	১০৪
তাপের প্রভাব	৫৩	সপ্তম প্রস্তাবনা	১১২

বিষয়	পৃষ্ঠা	বিষয়	পৃষ্ঠা
অষ্টম পরিচ্ছেদ		দশম পরিচ্ছেদ	
আলোক প্রতিফলন ও		চুষক-তত্ত্ব	১৩৬
প্রতিসরণ	১১৩	দশম প্রশ্নমালা	১৪৪
অষ্টম প্রশ্নমালা	১২৭		
নবম পরিচ্ছেদ		একাদশ পরিচ্ছেদ	
বর্ণ ও রামধনু	১২৯	তড়িৎ	১৪৬
নবম প্রশ্নমালা	১৩৪	একাদশ প্রশ্নমালা	১৬০

রাসায়ন-বিদ্যা

প্রথম পরিচ্ছেদ		পঞ্চম পরিচ্ছেদ	
মিশ্র পদার্থ ও দ্রবণ	১	অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, কার্বনডাই-	
দ্রবণ	৪	অক্সাইড ও হাইড্রোজেন	৩২
পাতন	৯	নাইট্রোজেন	৩৪
প্রথম প্রশ্নমালা	১৪	কার্বন-ডাই-অক্সাইড	৩৫
		হাইড্রোজেন	৩৬
দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ		পঞ্চম প্রশ্নমালা	৪১
মরিচা ধরা ও দহন	১৬	ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ	
দ্বিতীয় প্রশ্নমালা	২০	জলের উপাদান, স্বভাবজ ও	
তৃতীয় পরিচ্ছেদ		বাতাস্বিত জল, মুহু ও খর	
যৌগিকের বিশেষত্ব	২২	জল	৪২
তৃতীয় প্রশ্নমালা	২৭	জলের উপাদান	৪২
চতুর্থ পরিচ্ছেদ		স্বভাবজ জল	৪৬
বায়ুর উপাদান	২৯	বাতাস্বিত জল	৪৪
চতুর্থ প্রশ্নমালা	৩১	খর ও মুহু জল	৪৬
		ষষ্ঠ প্রশ্নমালা	৪৮

জ্যোতিষবিদ্যা

বিষয়	পৃষ্ঠা	বিষয়	পৃষ্ঠা
*প্রথম পরিচ্ছেদ		*পঞ্চম পরিচ্ছেদ	
আকাশ ও জ্যোতিষ্ক	১	সৌর বৎসর ও ঋতু	৪৪
প্রথম প্রश्নমালা	২৪	ঋতু পরিবর্তন	৪২
		পঞ্চম প্রश्নমালা	৫৬
*দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ		*ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ	
গ্রহ চিনিবাব অষ্ট পঞ্জিকা	২৬	চন্দ্র, চন্দ্রকলা ও চান্দ্র বৎসর	৫৮
দ্বিতীয় প্রश्নমালা	২৮	ষষ্ঠ প্রश्নমালা	৬৬
তৃতীয় পরিচ্ছেদ		সপ্তম পরিচ্ছেদ	
সূর্য	২৯	চন্দ্র গ্রহণ ও সূর্য গ্রহণ	৬৮
তৃতীয় প্রश्নমালা	৩৪	চন্দ্র গ্রহণ	৬৮
		সূর্য গ্রহণ	৬৯
চতুর্থ পরিচ্ছেদ		সপ্তম প্রश्নমালা	৭৩
গ্রহজগৎ	৩৬	*অষ্টম পরিচ্ছেদ	
চতুর্থ প্রश्নমালা	৪২	ধূমকেতু ও উল্কা	৭৪
		অষ্টম প্রश्নমালা	৭৮

ভূ-বিদ্যা

প্রথম পরিচ্ছেদ		দ্বিতীয় প্রश्নমালা	১৪
পৃথিবীর জন্ম	১	তৃতীয় পরিচ্ছেদ	
প্রথম প্রश्নমালা	৫	ভূ-চাক্ষুণ্য	১৬
দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ		ভূমিকম্প	১৮
ভূ-ত্বক, শিলা ও *পৃথিবীর		আগ্নেয়গিরি	২০
আভ্যন্তরীণ অবস্থা	৬		
, *পৃথিবীর অভ্যন্তরের অবস্থা	১১	তৃতীয় প্রश्নমালা	২৪

বিষয়	পৃষ্ঠা	বিষয়	পৃষ্ঠা
*চতুর্থ পরিচ্ছেদ		পঞ্চম পরিচ্ছেদ	
মাটি	২৫	কয়লা ও খনিজ তৈল	৩২
চতুর্থ প্রশ্নমালা	৩০	পঞ্চম প্রশ্নমালা	৩৮

উদ্ভিদ-বিজ্ঞান

প্রথম পরিচ্ছেদ		কাণ্ড	২১
উদ্ভিদের শ্রেণী বিভাগ	১	পত্র	২৫
প্রথম প্রশ্নমালা	৪	ফুল	৩৭
দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ		ফল	৪৩
অঙ্কুরোদগম	৫	বীজ	৪২
দ্বিতীয় প্রশ্নমালা	১৩	চতুর্থ পরিচ্ছেদ	
তৃতীয় পরিচ্ছেদ		ধান ও মটর গাছের জীবনচক্র	৫৩
মূল, কাণ্ড, পত্র, ফুল, ফল ও বীজ	১৫	মটর	৫৮
মূল	১৫	চতুর্থ প্রশ্নমালা	৬২

প্রাণী-বিজ্ঞান

প্রথম পরিচ্ছেদ		পিপীলিকা	১২
জীব ও জীবন লক্ষণ	১	মোমাছি	২২
প্রথম প্রশ্নমালা	৪	মশা	২৪
দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ		প্রজাপতি	২৭
প্রাণীদের শ্রেণী বিভাগ	৫	মাকড়সা	৩০
দ্বিতীয় প্রশ্নমালা	১৩	তৃতীয় প্রশ্নমালা	৩৫
তৃতীয় পরিচ্ছেদ		চতুর্থ পরিচ্ছেদ	
কয়েকটি কীট পতঙ্গ	১৪	মাছ ও ব্যাঙ	৩৭
কৈচো	১৪	মাছ	৩৭

বিষয় ^১	পৃষ্ঠা	বিষয়	পৃষ্ঠা
ব্যাঙ	৪৪	নির্ভবশীলতা ও পারিপার্শ্বিক	
চতুর্থ প্রশ্নমালা	৫০	অবস্থাবসহিত সামঞ্জস্য বক্ষা	৫১
		নির্ভবশীলতা	৫১
পঞ্চম পরিচ্ছেদ		সামঞ্জস্য বক্ষা	৫৩
প্রাণীও উদ্ভিদেব পবম্পব		পঞ্চম প্রশ্নমালা	৫৬

শাস্ত্রীয়-বিদ্যা

প্রথম পরিচ্ছেদ		পাচন তন্ত্র	১৫
মানব দেহেব উপাদান	১	বক্ত সংবহন তন্ত্র	১৯
প্রথম প্রশ্নমালা	৬	শ্বাসতন্ত্র	২৪
		চর্ম	২৬
দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ		দ্বিতীয় প্রশ্নমালা	২৮
নবদেহের বিভিন্ন যন্ত্র	৭	তৃতীয় পরিচ্ছেদ	
কঙ্কাল	৭	খাদ্য	২৯
নাড়তন্ত্র	১৩	তৃতীয় প্রশ্নমালা	৩৪

*চিহ্নিত অংশগুলি বঙ্গদেশের শিক্ষা বিভাগেব ডিরেক্টোব মহোদয় প্রবর্তিত নহে, কেললমাত্র কলিকাতা বিশ্ব-বিদ্যালয়ের প্রবেশিকা পরীক্ষার নব প্রবর্তিত সিলেবাসের অন্তর্গত প্রয়োজন ।

SYLLABUS

1. The three states of matter Physical properties of air and water. Buoyancy and Archimedes' principle. Pressure of atmosphere. Effect of heat on water Effect of heat on air, Ventilation Effect of heat on solid bodies Pendulum Clock and Thermometer. Transference of heat. Simple ideas regarding energy and its transformation with examples. Rectilinear propagation of light. Phenomena of reflection and refraction of light, colour and rainbow, Lodestone, magnetisation, terrestrial magnetism and compass Simple Electric Cell Conductors and insulators Effects of current : (a) heating and lighting, (b) chemical (c) magnetic Electro-magnet and Electric Bell Telegraphy

2 Separation of Mixtures—solution, filtration, crystallisation, distillation sublimation Rusting of iron and burning of candle, magnesium and sulphur in a closed volume of air over water Air—its composition Properties of Oxygen Nitrogen and Carbon dioxide, Water—its composition Properties of Hydrogen, Natural and aerated waters Properties of hard and soft water Characteristics of chemical compounds

3 * Observation and identification of the principal constellations, major stars and planets throughout the year at night The Sun—its dimension and distance from the earth Planetary system—relative positions * Solar year and seasons, Eclipses of sun and moon * Comets and meteors.

4. The Earth—condensation from a hot gaseous state—its crust—igneous and sedimentary rocks * Probable condition of the interior of the earth Earth movements (earthquake) * folding, * landslide Volcano. Varieties of soil and their bearing on plant life and agricultural operations The Story of the formation of coal and mineral oil.

* Not laid down by the D. P. I., Beagal,—required only for the matriculation Examination of the Calcutta University

শিক্ষাপুৰুষ



স্বৰ্গীয় অধ্যাপক **ব্রজনীকান্ত দে** এম এ., বি এস-সি., বি এল.

গাভাৰ অপৰিমেয় মহানুভবতায় আমি পাঠ্য পুস্তক বচনাঃ

অসামান্য সাহায্য পাই তাহাৰ উদ্দেশ্যে

—উৎসৰ্গ কৰিলাম—

“বিজয়”

বিজ্ঞান

(পদার্থ-বিজ্ঞান)

প্রথম পরিচ্ছেদ

পদার্থের অবস্থা

ওই যে বই, খাতা, পেন্সিল ইত্যাদি পড়িয়া আছে,—চেঁচাব, বেঞ্চ ইত্যাদি এষ্ট ঘরে বহিয়াছে, ইহাদের সকলকে আমরা দেখিতে পাইতেছি। ভাত, ডাল, চিনি, মিছবি ইত্যাদি দেখিতেও পাই এবং থাইবাও ইহাদের আশ্বাদ পাই। ফুলের গন্ধ পাই, স্নাতবেব গন্ধ পাই, পুকুরেব পচা জলের গন্ধ পাই। আঁবাব বায়ু দেখিতে পাই না বা থাইবাও ইহাব আশ্বাদ বুঝিতে পাবি না বটে, তথাপি বায়ু বহিলে আনাদেব শব্দীবে আসিয়া লাগে—তখন ইহাব অস্তিত্ব বুঝিতে পাবি ; বায়ু বহিলে গাছপালা নড়ে, ইহাও দেখিতে পাই। উত্তাপও আমরা স্পর্শ-শক্তি দ্বাৰা অনুভব কৰিতে পাবি।

এই বকম সকল ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য রূপ, বস, গন্ধ, স্পর্শ এবং শব্দকে আমরা দুইটি প্রধান ভাগে বিভক্ত কৰিতে পাবি। ইহাদের কতকগুলিৰ ওজন আছে এবং কতকগুলিৰ নাই। এ জগতে যাহাব ওজন আছে তাহাই **পদার্থ** (Matter)। অধিকাংশ পদার্থই আমরা ইন্দ্রিয় দ্বাৰা অনুভব কৰিতে পাবি। কিন্তু এমন পদার্থ আছে যাহাকে আমরা প্রত্যক্ষভাবে ইন্দ্রিয় দ্বাৰা বুঝিতে পাবি না। অতিশয় মন্থৰ বায়ু অথবা অনেক বায়বীয় বস্তু আমরা চোখে দেখিতে পাই না, স্পর্শশক্তি বা অস্ত্র কোন ইন্দ্রিয় দ্বাৰা ইহাদের অস্তিত্ব উপলব্ধি কৰিতে পাবি না, অথচ ইহাদের ওজন আছে বলিয়া বায়ু বা বায়বীয় বস্তুগুলি পদার্থ। অন্তৰ্দ্ধিকে আঁবাব

শব্দ শুনিতে পাই, আলো দেখিতে পাই—কিন্তু ইহাদের ওজন নাই বলিয়া ইহাবা পদার্থ নহে। অথচ ইহাদের প্রভাবে পদার্থে যে পৰিবৰ্তন ঘটে তাহাতেই ইহাদের ক্ৰিয়াশীলতা ও অস্তিত্ব অনুভব কৰি—ইহাবা শক্তি। শক্তি ও পদার্থেৰ সম্পৰ্ক অবিচ্ছেদ্য। পদার্থেৰ উপৰ শক্তিৰ বিকাশ হয়, কিন্তু শক্তি বহিত পদার্থ কল্পনা কৰা যায় না।

বস্তুত পদার্থ মাত্ৰেবই নিম্নলিখিত গুণগুলি আছে—

১। **ওজন (Weight) :**—যে পৰিমাণ শক্তিতে পৃথিবী পদার্থ নিচয়কে আপন কেন্দ্ৰেৰ অভিমুখে টানে তাহাই পদার্থেৰ ওজন।

২। **বিস্তৃতি (Extension) :**—প্রত্যেক পদার্থট খাৰিবাব জন্ত বিচ্ছ না বিচ্ছ স্থান অধিকাৰ কৰিবেই, এই গুণেৰ নাম বিস্তৃতি।

৩। **অভেদ্যতা (Impenetrability) :**—একই সময়ে একই স্থানে একাধিক পদার্থ থাকিতে পাবে না। এই গুণেৰ নাম অভেদ্যতা। কাঠ পেনেক মাৰিলে পেনেক ইহাৰ মধ্যে চলিয়া যায়। কিন্তু পেনেক যে স্থান অধিকাৰ কৰে সে স্থান হঠাতে কাঠ সৰিয়া যায়। অতএব একই সময়ে একই জায়গায় কাঠ এবং পেনেকেৰ স্থান হয় না। কাঠকযলা জলে ডুবাইলে উহাৰ মধ্যে জল প্রবেশ কৰে, কিন্তু কদাচ মনে কৰিও না কয়লাৰ অণু ও জলেৰ অণু একই স্থান অধিকাৰ কৰিয়া থাকে। ফলত কয়লাৰ অণুৰ ঠাঁকে যে স্থানে পূৰ্ব বায় ছিল তাহাদিগকে সৰাইষা সে স্থান জল প্রবেশ কৰে। তাই বাঠ বয়লা জলে ডুবাইলে ব্দব্দ উঠিতে দেখা যায়।

৪। **জড়তা বা নিষ্ক্ৰিয়তা (Inertia) :**—যে পদার্থ চলিতেছে তাহা চিবকাল চলিতে থাকিবে এবং বাতা স্থিৰ আছে তাহা চিবকালই স্থিৰ থাকিবে যতক্ষণ না অগ্ৰ কোন শক্তি তাহাকে বাধা দেয়। এই গুণেৰ জন্তই চলন্ত গাড়ী হঠাৎ থামিয়া গেলে গাড়ীৰ ভিতৰেৰ মানুষ বা মালপত্র থান্কা খায়। অসাবধান হইয়া চলন্ত গাড়ী হইতে নামিবাব সময় মাটিতে পা ঠেকিলে শলীৰ ঝাঁকিয়া যায়।

৫। **মহাকর্ষ (Gravitation) :**—এই গুণের জ্ঞাত প্রত্যেক পদার্থ প্রত্যেক পদার্থকে আকর্ষণ করিতেছে। আয়তন (Volume) এবং ভর (Mass) হিসাবে এই আকর্ষণ শক্তি কম বেশী হইয়া থাকে। পৃথিবীর আয়তন পার্থক্য সকল পদার্থ অপেক্ষা অধিক। পৃথিবী সকল বস্তুকেই অত্যন্ত সকল বস্তু অপেক্ষা অধিক জোরে আকর্ষণ করিতেছে, সেইজন্য সকল পদার্থই পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে নামিতে চেষ্টা করে এবং যে কোন জিনিষ উপরে ছাড়িয়া দিলে পৃথিবীতে পড়ে।

৬। **বিভাজ্যতা (Divisibility) :**—প্রত্যেক পদার্থকে সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম অংশে ভাগ করা যায়। এক বালতি জলে বিন্দুমাাত্র ম্যাজেন্টা বং দিলে সমস্ত বায়ুত্বের জল লাল হইয়া যায়। তাহা হইলে এক বিন্দু বং আবার বিভক্ত হইয়া এক বালতি জলের মধ্যে ছড়াইয়া পড়ে। বংএব অণুগুলি ইহা হইতে আবার সূক্ষ্ম ভাবে বিভক্ত হইতে পারে।

৭। **সরস্বতা (Porosity) :**—সকল পদার্থের অণুর মধ্যে কিছু না কিছু ফাঁক থাকিয়া যায়, যদিও এই ফাঁক আমরা খুব ভাল অণুবীক্ষণ যন্ত্র সাহায্যে দেখিতে পাই না। কাঠ কয়লাব জল শোষণ এই গুণের প্রত্যক্ষ প্রমাণ।

৮। **স্থিতিস্থাপকতা (Elasticity) :**—চাপ দিয়া সকল পদার্থকেই অল্প বিস্তৃত চূপসাইতে পারা যায় এবং চাপ সরাইলে ঐ সকল পদার্থ পূর্বের আয়তন ফিরাইয়া লইতে চেষ্টা করে। কঠিন ও তরলপদার্থ এই গুণ বিশেষ পরিমাণে নয়।

৯। **সংশক্তি (Cohesion) :**—এই গুণের জ্ঞাত পদার্থের অণুগুলি পরস্পর আপনাদিগকে জড়াইয়া ধরিয়া বাধ।

১০। **রোধ (Resistance) :**—এই গুণের জ্ঞাত প্রত্যেক পদার্থ অপব পদার্থকে ইহাব ভিতর প্রবেশ করিতে দেয় না।

এতদ্ভিন্ন কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থের প্রত্যেকের আবার বিশেষ বিশেষ গুণ আছে।

পৃথিবীৰ যাবতীয় পদাৰ্থকে আমবা তিন বকম অবস্থায় দেখিতে পাই—
কঠিন, তৰল ও গ্যাসীয়। পাথৰ, ইট, কাঠ প্ৰভৃতি কঠিন পদাৰ্থ, জল,
তেল, দুধ ইত্যাদি তৰল পদাৰ্থ এবং বায়ু, হাইড্ৰোজেন ইত্যাদি গ্যাসীয়
পদাৰ্থ।

বৈজ্ঞানিকগণ বলেন পদাৰ্থ মাত্ৰই অসংখ্য অণুৰ সমষ্টি এবং সেই অণুগুলি
সৰ্বদা পৰস্পৰ টানাটানি কৰিতেছে, ফলে অণুগুলি সৰ্বদাই স্পন্দিত হৈছে।
অবশ্য এ কথাও ঠিক যে এই স্পন্দন আমবা চোখে দেখাত পাই না, এমনকি
খুব ভাল অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰ দ্বাৰাও এই স্পন্দন দেখিতে পাওযা যায় না। পদাৰ্থেৰ
অণুগুলিৰ পৰস্পৰ এই আকৰ্ষণেৰ জন্তুই তাহাদেৰ তিন বকম অবস্থা। কঠিন
পদাৰ্থেৰ অণুগুলিৰ পৰস্পৰ আকৰ্ষণ অতীব অধিক, তৰল পদাৰ্থেৰ কিছু কম এবং
বায়বীয় পদাৰ্থেৰ একপ আকৰ্ষণ একেবাবেই নাই বলিলেও চলে।

৯। **কঠিন পদাৰ্থে** অণুগুলিৰ আকৰ্ষণ এত অধিক যে অণুগুলি
একস্থান হইতে অন্য স্থানে সহজে যাইতে পাৰে না, কেবলমাত্ৰ যে যেখানে
থাকে সে সেইখানে থাকিয়া পাৰ্শ্বৰ অণুগুলিকে টানাটানি কৰিত থাকে
এবং স্পন্দিত হইতে থাকে। অবশ্য জোৰ কৰিয়া পদাৰ্থটিকে ভাঙ্গিয়া ইহাৰ
অণুগুলি পৃথক্ কৰিত পাবা যায়। এই আকৰ্ষণেৰ জন্য অণুগুলি
একত্ৰ এত অধিক জোৰে জমাট বান্দিয়া থাকে যে কঠিন পদাৰ্থে হাত
দিয়া বেশ বৰা যায় ইহাৰা শক্ত। কোন পাত্ৰে বাথিলে নিজ ভাৰহেতু ইহাৰা
কেবলমাত্ৰ পাত্ৰেৰ তলদেশে চাপ দেয়। ইহাদেৰ একটি নিৰ্দিষ্ট আৰাৰ ও
আয়তন থাকে—তাংহাদিগকে সহজে নষ্ট কৰা যায় না। সে জন্তু ইহাদিগকে
যে কোন আকাৰেৰ বা আয়তনেৰ পাত্ৰেৰ ভিতৰ বাথিতে পাবা যায় না।
একটি কঠিন পদাৰ্থেৰ ভিতৰ আৰ একটি কঠিন পদাৰ্থ সহজে প্ৰবেশ কৰান
যায় না।

তৰল পদাৰ্থে অণুগুলিৰ আকৰ্ষণ তত প্ৰবল নয়। কাজেই অণুগুলি অল্প
জোৰ পাটিলে ইহাৰ মধ্যই একস্থান হইতে অৱস্থানে স্বচ্ছন্দে সৰিয়া যাইতে

পাবে । এইজন্ত তবল পদার্থের নির্দিষ্ট আকার থাকে না – যখন যে পাত্রে বাখা যায় তখন সেই পাত্রের আকার ধারণ করে । যে পাত্রে বাখা যায় তরল পদার্থ সেই পাত্রের তলদেশে এবং পাশে চাপ দিতে পাবে । তবল পদার্থের উপবিতল সমান । ইহাদের ভিতর অল্প কোন কঠিন পদার্থ সহজে প্রবেশ করান যায় । তবল পদার্থ নবম । চালিলে ইহা নিয়মিত গড়াইয়া যায় ।

তবল পদার্থ পাশে চাপ দেয় কিন্তু কঠিন পদার্থ পাশে চাপ দেয় না । কিন্তু একটি পাত্রে সূক্ষ্ম বালি ও আব একটি পাত্রে জল বাগিয়া পাত্র দুইটির পাশে ছিদ্র করিয়া দিলে দেখা যাইবে বালি ও জল পড়িয়া বাইতেছে । তাই বলিয়া বালি বা অল্প কঠিন পদার্থ যে তবল পদার্থের দ্বারা পাশে চাপ দিতে পাবে একথা মনে করিবার চলিবে না । সকল পদার্থকেই সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম ভাবে চূর্ণ করিলে ইহাদের ঐক্য কিছু ক্ষমতা আসিয়া থাকে ।

গ্যাসীয় পদার্থের অণুগুলি পবম্পব আকর্ষণ নাই বলিলেও চলে , অধিকন্তু ইহাদের মধ্যে বিকর্ষণ আছে বলিয়া মনে হয় । তাই ইহাদের অণুগুলি পবম্পব দূর হইতে অধিক দূরে থাকিতে চায় । তাই ইহাদিগকে একটি ছোট পাত্র বাখিলে যেমন ইহা সমস্ত পাত্রটি পূর্ণ করিয়া থাকে, আবার একটি বড় পাত্র বাখিলেও ইহা অণুগুলি তেমন সমস্ত পাত্রময় ছড়াইয়া থাকে । তাই গ্যাসীয় পদার্থের কোন আকার বা আয়তন নাই এবং যে পাত্রে ইহাদিগকে বাখা যায় সে পাত্রের সকল দিকেই ইহা চাপ দিতে সমর্থ হয় । গ্যাসীয় পদার্থের উপবিতল সমান থাকিতে পাবে না । গ্যাসীয় পদার্থের মধ্যে অল্প কোন পদার্থ অতি সহজেই প্রবেশ করান যায় ।

তবল পদার্থ ও গ্যাসীয় পদার্থের অনেকগুলি গুণের সামঞ্জস্য থাকায় বিজ্ঞান-বিদগণ এই দুই প্রকার পদার্থকে fluid বলিয়া একটি সাধারণ নামে অভিহিত করেন ।

পব পৃষ্ঠায় কঠিন তবল ও গ্যাসীয় পদার্থের গুণগুলি পাশাপাশি বাখিয়া সংক্ষেপে বলা হইল ।

কঠিন	তরল	গ্যাসীয় °
১। আণবিক আকর্ষণ অত্যধিক।	আণবিক আকর্ষণ অপেক্ষাকৃত কম।	আণবিক আকর্ষণ নাই বলিলেই চলে।
২। নির্দিষ্ট আকার ও আয়তন আছে।	আয়তন সমান থাকিলেও নির্দিষ্ট আকার নাই।	নির্দিষ্ট আকার বা আয়তন নাই।
৩। বৃহৎ পাত্রে অথবা মাপ- মত পাত্রেব ভিতবই রাখা যায়—ছোট পাত্রে রাখা যায় না।	বৃহৎ পাত্রে, মাপমত পাত্রে এবং ছোট পাত্রেও রাখা যায়। তবে ছোট পাত্র পূর্ণ হইবাব পব বাকী অংশ উদ্ভিয়া পড়ে থাকে বড় পাত্রেব মাত্র তল- দেশে থাকে।	সকল রকম পাত্রে রাখা সম্ভব।
৪। কেবল মাত্র নিম্নদিকে চাপ দেয়।	পাশে ও নিচে চাপ দেয়।	সকলদিকেই চাপ দেয়।
৫। কঠিন পদার্থেব ভিতর অল্প কঠিন পদার্থ প্রবেশ করাইতে বিশেষ কষ্ট করিতে হয়।	তরল পদার্থে কোন কঠিন পদার্থ প্রবেশ কষ্টহীনে । বিশেষ জোর লাগে না। । লিলে নিম্নদিকে গড়াইয়া যায়।	গ্যাসীয় পদার্থেব মধ্যে অতি সহজেই অল্প পদার্থ প্রবেশ করান যায়।

উত্তাপ পাইয়া উষ্ণতাবৃদ্ধি হইলে পদার্থেব অণুগুলিব আকর্ষণ শক্তি কমিয়া যায়। কাজেই উষ্ণতাবৃদ্ধি হইলে কোন কোন পদার্থেব এই আকর্ষণ হ্রাসেব জন্য অবস্থান্তর ঘটিতে পারে। বরফ, জল এবং জলীয় বাষ্প একই পদার্থ, কেবল মাত্র ইহাদেব অণুগুলিব মধ্যে পবম্পব আকর্ষণ শক্তিব হ্রাস বৃদ্ধিব জন্য ইহাদেব বিভিন্ন অবস্থা। বরফ কঠিন পদার্থ, কিন্তু উত্তাপ পাইয়া ইহাব অণুগুলিব আকর্ষণ শিথিল হইয়া যায় এবং তরল জলে পবিণত হয়; পবে আবও উত্তাপ দিলে ইহাদেব আণবিক আকর্ষণ আবও কমিয়া যায় এবং গ্যাসীয়

আকার ধারণ করে। অতএব একই পদার্থ বিভিন্ন অবস্থায় থাকিতে পারে।

কপূর্ব কঠিন পদার্থ। ইহাতে উত্তাপ দিলে তবল না হইয়া একেবারে গ্যাসীয় হইয়া যায়। এমন আবও অনেক কঠিন পদার্থ আছে যাহা উত্তাপ পাইলে তবল না হইয়া একেবারে গ্যাসীয় আকার ধারণ করে।

পদার্থে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ইহাব অণুগুলি দূর হইতে দূরে চলিয়া যায়। তাই ঘি ঠাণ্ডা থাকিলে ইহাব গন্ধ বেশী দূর হইতে পাওয়া যায় না বটে, কিন্তু ঐ ঘি গরম করিলে ইহাব অণুগুলি ক্রমশঃ দূরে ছড়াইয়া পড়ে, তখন দূর হইতে ইহাব গন্ধ পাওয়া যায়।

এমন অনেক পদার্থ আছে যাহাদিগকে সব সময়ে নিঃসন্দেহে কঠিন কিংবা তবল বলা যায় না। ঘি, গুড ইত্যাদি গাঢ় তবল বস্তু—উত্তাপ পাইলে অধিকতর তবল হয়। নাবিকেল তেল গ্রীষ্মকালে বেশ তবল থাকে কিন্তু শীতকালে জমিয়া কঠিন হয়। সহবেব বাস্তায় যে পিচ দেওয়া থাকে তাহা সাধারণত বর্টিন, কিন্তু দুপ্বেব বোদে ইহা কিকপ নবম হইয়া যায় তাহাও অনেক জানা আছে। মোম কঠিন কিন্তু একটু বোদে বাথিলে তবল হইয়া যায়। এসব ক্ষেত্রে উষ্ণতাব মাত্রা জানা না থাকিলে কোন পদার্থ তবল বা বোন্ পদার্থ কঠিন তাহা নির্দিষ্ট করিয়া বলা কঠিন। তবে ইহাও দেখা যায়, কোন কোন কঠিন পদার্থকে সহজেই তবল এবং কোন কোন তবল পদার্থকে সহজেই গ্যাসীয় অবস্থায় পরিণত করিতে পাবা যায়। আবার কোন কোন গুলিকে তত সহজে অবস্থান্তরিত করা যায় না। এক ফোঁটা এসেন্স যত সহজে উবিয়া গ্যাসীয় আকার ধারণ করে এক ফোঁটা জল তত সহজে বাষ্প হয় না। একগুণ ববফ যত সহজে তবল হয় একখণ্ড লোহা তত সহজে তবল হয় না।

সংক্ষেপ :—বাহাদের ওজন আছে তাহারা পদার্থ। অগ্নিশিখা, শব্দ, ছায়া, আলো প্রভৃতি পদার্থ নয়, কিন্তু, ইট, কাঠ, জল বায়ু ইত্যাদি পদার্থ। উত্তাপ, আলো, শব্দ প্রভৃতি শক্তি। তাপ পাইলে পদার্থ কঠিন হইতে ক্রমে তরল ও গ্যাসীয় আকার ধারণ করে, পক্ষান্তরে

শীতল হইলে গ্যাসীয় হইতে ক্রমে তরল পরে কঠিন হইয়া যায়। কঠিন পদার্থ নিয়ে চাপ দেয়, তরল পদার্থ পার্শ্বে ও নিচে চাপ দেয়, গ্যাসীয় পদার্থ সকল দিকেই চাপ দেয়। কঠিন পদার্থের আকার ও আয়তন নির্দিষ্ট থাকে, তরল পদার্থের মাত্র আয়তন নির্দিষ্ট থাকে, গ্যাসীয় পদার্থের আকার বা আয়তন কিছুই নির্দিষ্ট থাকে না।

প্রথম প্রশ্নমালা

১। পদার্থ কাকে বলে? পদার্থের কি কি বিভিন্ন অবস্থা হইতে পারে উদাহরণ দ্বারা বুঝাইয়া দাও। (Define matter what are the different states of matter? give an example of each)

২। তিনটি শক্তি ও পাঁচটি পদার্থের নাম কর। (Name three energies and five matters)

৩। এমন একটি পদার্থের নাম কব যাঁহা সহজেই কঠিন অবস্থা হইতে উত্তাপ পাঠিয়া ক্রমে তরল ও গ্যাসীয় পদার্থে পরিণত হইতে পারে। (Name such a matter which on being heated may become a liquid and finally a gas from a solid state)

৪। কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থের পার্থক্য কি? (Distinguish a solid, a liquid and a gas)

৫। তরল পদার্থে ও গ্যাসীয় পদার্থে কি কি সাদৃশ্য পরিলক্ষিত হয় লিখ। (Show the similarity of properties of a liquid and a gas)

৬। অনুক্ত পদ পূরণ কব :—

কঠিন পদার্থে—প্রয়োগ করিলে তরল পদার্থ হইতে পারে, আবার গ্যাসীয় পদার্থকে—করিলে তরল পদার্থ হইতে পারে।

(Fill up the gaps - If —be applied to a solid, it may be changed into a liquid and if a gas be—, it may be changed into a liquid)

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ

বায়ু ও তাহার সাধারণ ধর্ম

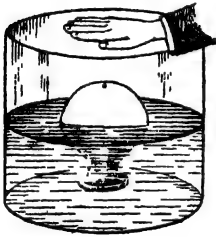
বালকগণ। তোমরা জান, জন ও বায়ু আমাদের জীবনধারণের দুইটি প্রধান অত্যাৱশ্যকীয় বস্তু। জলাভাবে ববং আমরা হই একদিন বাঁচিতে পারি, কিন্তু বায়ু অভাবে হই চাৰি মুহূর্তও বাঁচিয়া থাকিতে পারি না। ইহাদের বিষয় কিছু জানা তোমাদের প্রথমেই আবশ্যক। আজ তোমাদিগকে বায়ু সম্বন্ধে কয়েকটি কথা বলিব।

জল যেমন পৃথিবীপৃষ্ঠে সমুদ্রের আকাব ধারণ করিয়া আছে, আর তাহাতে কত জলজ উদ্ভিদ, জীবজন্তু, পাহাড়পর্বত ডুবিয়া আছে, পৃথিবীর উপরিভাগে বায়ুসমুদ্রে আমরা ও অত্যান্য জীবজন্তু, গাছপালা ও পাহাড় পর্বত তেমনই ডুবিয়া আছি।

কোন স্থানে যদি তোমরা কোনও বস্তু দেখিতে না পাও, তবে তোমরা সে স্থানটি শূন্য বল, যেমন—যে কলসীতে কোন দৃশ্যমান বস্তু নাই, সেই কলসীটিকে, যে ঘবে লোকজন আসবাবপত্রাদি নাই সেই ঘবটিকে শূন্য বল, কিন্তু প্রকৃতই কি তাই ? না, তোমরা বাহ্যকে শূন্য বলিতেছ, তাহা প্রকৃতপক্ষে বায়ু দ্বারা পৰিপূর্ণ। বায়ুকে চক্ষু দিয়া দেখিতে পাত্তয়া যায় না বলিয়াই একপ ভ্রম হয়। তবে পাখা নাড়িলে বা ঝড় বহিলে বায়ব অস্তিত্ব অনুভব করা যায়। নিম্নলিখিত বায়ু-বর্ণ-স্বাদ-গন্ধ বিহীন। তবে যে বাতাস বহিলে তোমরা কোন স্তগন্ধ বা দুর্গন্ধ পাও, তাহা বায়ব গন্ধ নহে। বায়ু কোনও স্তগন্ধ দ্রব্যের বা পচা দ্রব্যের গন্ধ তোমাদের কাছে বহিয়া আনে, তাই তোমরা গন্ধ পাও, এইজন্য বায়ুৰ আর এক নাম গন্ধবহ। বাতাস বহিলে বায়ু চঞ্চল হয় একথা তোমরা সকলেই স্বীকার করিবে, কিন্তু বায়ু প্রকৃতপক্ষে সৰ্বদাই চঞ্চল। যখন ইহাকে একেবারে শান্ত ও স্থিৰ বলিয়া বোধ হয়, তখনও বাস্তবিক ইহা ধীবে ধীবে চলিয়া বেড়াইতেছে, কাবণ, তোমরা জান, ঘরের মধ্যে একটু এসেন্স পড়িয়া গেলে সমস্ত ঘৰ গন্ধে ভরিয়া উঠে। আবার

কাচের ভিতর দিয়ে আমবা যেমন সকল দ্রব্যই দেখিতে পাই, বায়ব ভিতর দিয়েও সেইরূপ প্রত্যেক দ্রব্য স্পষ্ট দেখিতে পাই, অতএব বায়ু স্বচ্ছ।

বাটি, কলসী বা যে কোনও জিনিষ প্রকৃতপক্ষে বায়ুপূর্ণ কিনা পরীক্ষা করিলেই ইহার সত্যতা উপলব্ধি করিতে পারিবে। একটি শূন্য ঘটি বা কলসী জলে উপুড় করিয়া ডুবাইতে থাক। দেখিবে ঘটি ডুবাইতে কিছু জোব লাগিতেছে এবং কলসীটি ডুবাইতে তদপেক্ষা অধিক জোব লাগিতেছে। এইরূপ পাত্র যত বড় হইবে, তাহাকে জলে ডুবাইতে তোমার জোবও তত অধিক প্রয়োজন হইবে। তাহাব পব এই জলে উপুড় কবা পাত্রটির তলা ফুটা করিয়া একটি হাত ঠিক সেই



১নং চিত্র—বায়ুর
অবস্থিতি

ফুটার বিছু উপবে বাথ, দেখিবে একটি স্বচ্ছ বাতাসের শ্রোত আসিয়া তোমার হাতে লাগিতেছে (১নং চিত্র)। অতএব বঝিতেছি, এই বায়ু নিশ্চয়ই ঐ ডুবান পাত্রটির ভিতর ছিল। পাত্রটি ফুটা করিবাব পব দেখিবে, ইহাকে ডুবাইতে অধিক জোব লাগিবে না। কেন একপক্ষি তোমরা বলিতে পার কি? পূর্বে পাত্রের ভিতর বায়ু ছিল, তাই উপুড় করিয়া ধবিলেও জল তাহাব মধ্যে প্রবেশ

করিতে পারে নাই। কিন্তু যখন কলসীগাত্রে ছিদ্র করিয়া বায়ব বাহিরে বাইবাব পথ করিয়া দেওয়া হইল, তখন জল ইহাব মধ্যে প্রবেশ করিতে পারিল। অতএব বায়ু স্থান অধিকার করিয়া থাকে।

বায়ু না থাকিলে আমবা কোন শব্দ শুনিতে পাষ্টতাম না। বায়ু স্থিতিস্থাপক বলিয়াই ইহা শব্দশোনা কাজে সহায়তা করিতে পারে।

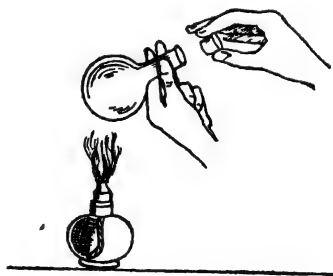
তোমরা দেখিয়াছ, একটুকু সোলা বা কাঠ জলে ফেলিয়া দিলে তাহা ভাসে, আবার একখণ্ড ইট, একটুকু লোহা জলে ফেলিয়া দিলে ডুবিয়া যায়। এমনই যে জিনিষগুলি জলের উপর ভাসে, তাহাদিগকে আমবা জল অপেক্ষা লঘু বা

হাক্কী বলি এবং যেগুলি ডুবিয়া যায় তাহাদিগকে গুরু বা ভারী বলি। সেইরূপ অধিকাংশ জিনিষ বায়ুতে ছাড়িয়া দিলে দেখিবে, তাহাবা নীচে পড়িয়া ভূমি স্পর্শ কবে। তুলাব মত হাক্কী জিনিষও বায়ুতে ছাড়িয়া দিলে কিছুক্ষণ ইতস্তত উড়িবার পব মাটিতে পড়িয়া যায়। অতএব দেখা যায়, বহু পার্থিব দ্রব্য অপেক্ষা বায়ু লঘু; তাই বলিয়া শকুন, কাক, চিল প্রভৃতি জীব কিংবা এবোপ্লেন প্রভৃতি যন্ত্র যে বায়ু অপেক্ষা হাক্কী, তাহা তোমবা মোটেই মনে কবিও না। কাবণ তোমবা জান, লোহা জলাপেক্ষা ভারী হইলেও লোহাব কড়া জলে ভাসে, লোহার প্রস্তুত বড বড ষ্টিমাব ও জাহাজ জলে ভাসে। সেইরূপ পক্ষিগণ বা এবোপ্লেন প্রভৃতি যন্ত্র বাস্তবিক বায়ু অপেক্ষা গুরু, তবে তাহাদেব বায়ুতে ভাসিবার কাবণ অল্প, পবে তাহা জানিতে পারিবে।

অত্যাশ্চর্য্য দ্রব্যেব ত্রায বায়বও ওজন আছে।

কঠিন ও তবল পদার্থেব ওজন সহজেই নির্ণয় কবা যায়, কিন্তু বায়ু বা বায়বীয় পদার্থেব ওজন সহজে নির্ণয় কবা যায় না। নিম্নলিখিত উপায়ে বায়ুব ওজন আছে বলিয়া প্রমাণ কবা যায়।

পরীক্ষা :—একটি কাচকুপী (flask) লও। একটি স্পিবিট লম্ফেব শিখায় অগ্নে অগ্নে ইহাকে উত্তপ্ত কব। বেশী উত্তপ্ত হইলে কমালে ইহাব গলা ধবিয়া তলাব দিকে উত্তাপ দাও। পবে একটি ভাল ছিপি দিয়া কাচকুপী-টিব মুখ উত্তমরূপে বন্ধ কবিয়া দাও যেন বায়ু ইহাব ভিতব যাতায়াত কবিত্তে না পাবে। এইবাব কাচকুপী-টিকে শীতল কবিয়া একটি সূক্ষ্ম বাসাযনিক তুলাদণ্ডে ওজন কব।

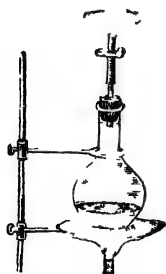


২নং চিত্র—বায়ুর ওজন

পবে ছিপি খুলিয়া ছিপি সমেত পুনবায় কাচকুপীটি ওজন কব। দেখিবে এই ওজন

পূর্বের ওজন অপেক্ষা অধিক। কাৰণ সৰ্বপ্ৰথমে কাচকূপীৰ ভিতৰ বায়ু ছিল। যখন তাহাকে উত্তপ্ত কৰা হয় তখন ইহাৰ ভিতৰ হইতে কিছু বায়ু হান্ধা হইয়া বাহিৰ হইয়া যায়। সেৱক অবস্থায় মুখ অঁটিয়া ওজন কৰা হয়। পৰে যখন ছিপি খুলিয়া দেওযা হয় তখন পুনৰায় বাহিৰেৰ বায়ু ভিতৰে প্ৰবেশ কৰায় ওজন বাঢ়িয়া যায়। এতদ্বিধাৰ আৰও বহুপ্ৰকাৰে প্ৰমাণ কৰা যায় বায়ু বা বায়বীয় পদাৰ্থৰ ওজন আছে।

৩নং চিত্ৰেৰ জ্বাৰ একটা বড় কাচকূপীতে কিছু জল লইয়া মুখটি ছিপি (cork) দিয়া বন্ধ কৰ। ছিপিব মধ্য দিয়া একটা সৰু ছুই য়ুথ খোলা কাচেৰ ফাঁপা নল লাগাইয়া দাও। দেখিও কাচেৰ নল যেন কাচকূপী ভিতৰে প্ৰবেশ কৰে মাত্ৰ এবং জলে না লাগে। ছিপিটি কাচকূপীৰ মুখে জোৰে অঁটিয়া দিলে, কেবলমাত্ৰ নলেৰ মধ্য দিয়া ভিন্ন বায়ু যাতায়াত কৰিবাব অল্প কোন পথ থাকিব ন। পৰে এই কাচনলেৰ বাহিৰেৰ মুখে একটা বৰাবৰ নল লাগাইয়া তাহাতে একটা চিমটা (clip) লাগাইয়া চিমটাটি আলগা ৰাখি কাচকূপীৰ তলদেশে উত্তাপ দাও। উত্তাপ পাইয়া জল বাষ্পীকৰণ পাত্ৰ হইতে বাহিৰে



৩নং চিত্ৰ—বায়ুৰ ওজন

আসিব এবং সঙ্গে সঙ্গে ভিতৰেৰ বায়ুও বাহিৰ হইয়া যাইবে। অতঃপৰ কিছুক্ষণ জল ফুটাইবাব পৰ, চিমটা দিয়া বৰাবৰ নল চাপিয়া দাও, এবং পাত্ৰটি ঠাণ্ডা কৰিযা একটা সূক্ষ্ম তুলাদণ্ডে ওজন কৰ। পৰে চিমটাটি খুলিয়া দিলে দেখিব, তুলাদণ্ডেৰ যে বাহুতে পাত্ৰটি ছিল, তাহা নিচেৰ দিকে নামিয়া যাইতেছে। প্ৰথমে উত্তাপে বায়ু প্ৰসাৰিত হইয়া জলীয় বাষ্পেৰ সহিত বাহিৰ হইয়া গিয়াছিল, এবং বায়ুৰ স্থান জলীয় বাষ্প

অধিকাৰ কৰিয়াছিল। শীতলতা পাইয়া জলীয় বাষ্প জমিয়া জল হইয়া যাওয়াৰ বায়ুৰ স্থান প্ৰায় শূন্য ছিল। কাজেই তখন ওজন কম ছিল। পৰে চিমটাটি

খুলিয়া দিলে বাহিবেব বায়ু ভিতবে প্রবেশ কবায় ওজন বৃদ্ধি পাইল। যতটুকু ওজন বাড়িল, তাহা ঐ পাত্রে জলের উপর হইতে মুখ পর্যন্ত যতটুকু বায়ু ঢুকিল, তাহাব ওজন। এই পৰীক্ষাটি বায়ু-নিষ্কাশন যন্ত্রেব সাহায্যে অতি সহজেই দেখান যাইতে পাৰে। এই যন্ত্র দ্বাৰা যে কোনও পাত্র হইতে বায়ু বাহিব কৰিয়া লওয়া যায়। চিত্রে প্রদৰ্শিত গোলকটি এই উদ্দেশ্যে ব্যবহাব কৰা বিশেষ সুবিধা জনক। কাৰণ ইহাব নলে একটি চাবি লাগান আছে। বায়ু বাহিব কৰিবাব পৰ পাত্রটিব ওজন, বায়ুপূৰ্ণ পাত্ৰেব ওজন অপেক্ষা বেশ কিছু কম হয়। বায়ব ওজন আছে বলিয়াই এইরূপ



হয়। বৈজ্ঞানিকগণ স্থিৰ কৰিয়াছেন যে সাধাবণ অবস্থায় পৃথিবী পৃষ্ঠে এক ঘন ফুট বায়ব ওজন **আধছটাকের** কিছু বেশী।

ফুটবল খেলিবাব সময় লক্ষ্য কৰিয়া থাকিবে শব্দ চমকিত ববাবেব খলিব ভিতব বায়ু প্রবেশ কৰাইয়া ফুটবলটিকে শব্দ কৰিলেও যখন ইহাকে জোৰে টেপ। যায় তখন সঙ্কচিত হয় অথচ জোৰ সবাইয়া লইলে পুনৰায় ফুলিয়া উঠে। বলব ভিতব বায়ু থাকে বলিয়া একপ হয়। তাহা হইলে দেখা যায় বায়ব **সংনম্যতা** ও **প্রসাৰণশীলতা** (Compressibility and expansibility) আছে। পথম পৰীক্ষাব ত্রায় জলে কলসী উপড কৰিয়া জলেব এট ধর্ম দুইটি সহজেই প্রমাণ কৰা যায়।

অতএব দেখা গেল বায়ু বর্ণ, স্বাদ, গন্ধহীন, সঙ্কোচন ও প্রসাৰণশীল স্বচ্ছ পদার্থ। ইহা সতত চঞ্চল এবং পৃথিবীব বহু পদার্থ অপেক্ষা লঘু।

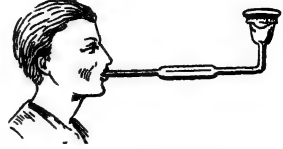
বায়ু মণ্ডলের চাপ

পূর্বেই বলা হইয়াছে যে আমবা বায়ুসমুদ্রে ডুবিয়া আছি ও তাহারই ভিতর চলাফেরা করিতেছি। আমাদের মাথার উপরে এই বায়ুসমুদ্র বহুদূর পর্যন্ত বিস্তৃত আছে। কিন্তু তাহা হইলেও তাহার একটা সীমা আছে। বিজ্ঞানবিদগণ অনুমান করেন যে ভূপৃষ্ঠ হইতে একশত কিংবা দেড়শত মাইল অর্বাধ এই বায়ু বিস্তৃত আছে। পৃথিবীর সর্বোচ্চ পর্বত হিমালয়ের উচ্চতা প্রায় সাড়ে পাঁচ মাইল, তাহাও বায়ুবাশির উচ্চতাব কাছে তুচ্ছ। পৃথিবী বেঁঠন করিয়া এই যে গভীর বায়ুর আবরণ বহিষ্কারে তাহাকে বায়ুমণ্ডল (Atmosphere) বলে।

বায়ব যে ওজন আছে ইহা তোমরা দেখিয়াছ। এখন মনে করা যাউক, বায়ুমণ্ডলের বায়ুবাশি যেন স্তরে স্তরে সজ্জিত আছে। ভূপৃষ্ঠের সহিত সংলগ্ন সর্বনিম্নস্তরকে উপরের বায়ুস্তরগুলির ভাব বহিত হয বলিয়া উহা সর্বাপেক্ষা ঘন। এই কারণেই ভূপৃষ্ঠ হইতে যত উর্ধ্ব উঠা যায় ততই বায়ু লঘু হইতে লঘুতর হইয়া আইসে। উচ্চ পর্বতের চূড়ায় বায়ু এত লঘু হয় যে, তাহাতে শ্বাসপ্রশ্বাসের কার্য চালান অতিশয় কষ্টকর।

এই বায়ুমণ্ডল ভূপৃষ্ঠের উপর ও পৃথিবীর যাবতীয় দ্রব্যের উপর নিজেব ভাবহেতু যে চাপ দেয় তাহাকে বায়ুমণ্ডলের চাপ কহে। কিন্তু কঠিন পদার্থ যেক্রপ কেবল নিম্নদিকেই চাপ দিয়া থাকে, বায়ু বা কোন বায়বীয় পদার্থ সেক্রপ এক দিকে চাপ দেয় না। উহারা উপরে, নিচে, পার্শ্বে, অর্থাৎ সকল দিকেই সমান ভাবে চাপ দিয়া থাকে। কোনও একটি পাত্রের বাহিরের বায়ু যেমন তাহার উপরে ভিতরের দিকে চাপ দেয় তেমনই উহার ভিতরের বায়ু ও বাহিরের দিকে সমান চাপ দিতে থাকে। কোনও উপায়ে একদিকের বায়ু সবাইয়া লইলেই অপর দিকের বায়ুর চাপ স্পষ্ট হইয়া পড়ে। নিম্নলিখিত পবীক্ষা করাট হইতে ইহা তোমরা বেশ বুঝিতে পারিবে।

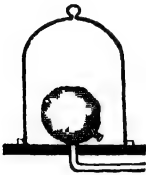
একটি বিয়োজী ফানেল (separating funnel)কে চিত্রের ন্যায় বাঁকাইয়া ফোঁদলের মুখটি পাতলা ববাবের চাদবে ঢাকিয়া বেশ কবিয়া বাঁধ, যেন এই মুখ দিয়া ইহাব মধ্যে বায়ু চলাচল কবিতে না পাবে। পবে অপব দিকেব নলটি চুষিয়া ইহাব ভিতব হইতে বায়ু বাহিব কবিলে দেখা যাইবে ববাবের চাদব ক্রমশ ভিতব দিকে ঢুকিয়া যাইতেছে। ভিতবে যে বায়ু ছিল



৫নং চিত্র—বায়ুব নিয়চাপ

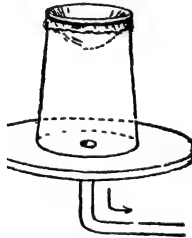
তাঁহাব অধিকাংশ চুষিয়া বাঁধিব কবিয়া লণ্ডায় বাহিবেব বায়ুমণ্ডলের নিয়চাপে ববাবটি নিচে ঝুলিয়া পড়ে। চিত্রে ফানেলটির চমাবৃত তলবে ভূ-সমান্তবাল বাখা হইয়াছে। ইহাকে খাড়া বাগিয়া বা ফানেলের মুখ নিচে কবিয়া পবীক্ষা কবিলে একই ফল পাওয়া যাইবে।

বায়ু-নিষ্কাশন যন্ত্রেব থালিব (disk) উপব একটি ফুটবাস্ ব্লাডাবেব মুখ বাদিয়া কেলিয়া বাঁধ। দেখিও যেন থালিব মধ্যস্থলে যে ছিদ্রপথে বায়ু বাহিব



৬নং চিত্র

বায়ুব চাপ



৭নং চিত্র

বায়ুমণ্ডলের নিয়চাপ



৮নং চিত্র—বায়ুমণ্ডলের

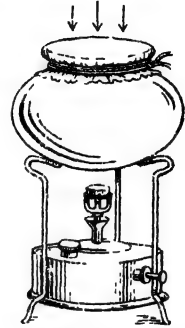
নিয়চাপে হাতে চাপ লাগিতেছে

হয়, তাহা যেন বন্ধ হইয়া না যায়। পবে ৬নং চিত্রেব ন্যায় একটি বৃহৎ কাচপাত্র উপুড় কবিয়া ব্লাডাবটি ঢাকা দাও। এই পাত্রেব প্রান্ত দিয়া যাঁহাতে বাহিবেব বায়ু ভিতবে না আসিতে পারে, তজ্জন্য ইহাব ধাবে ধাবে কিছু চৰি লাগাইয়া

চাপিয়া দাঁও। পবে যন্ত্ৰেৰ সাহায্যে কাচপাত্ৰেৰ বায়ু নিষ্কাশিত কৰিতে আবৃত্ত কৰিলেই দেখা যাইবে যে, ব্লাডাৰটি ফুলিয়া উঠিতেছে। কেন একপ হয় দেখা যাউক; যন্ত্ৰেৰ দ্বাৰা বায়ু নিষ্কাশন কৰিবাব পূৰ্বে ব্লাডাবেৰ বাহিৰেৰ বায়ু উহাব উপৰ ভিতৰেৰ দিকে যে পৰিমাণ চাপ দিতেছিল, উহাব ভিতৰেৰ বায়ুও বাহিৰেৰ দিকে ঠিক সেই পৰিমাণ চাপ দিতেছিল। কাচপাত্ৰেৰ মধ্যৰ বায়ু যখন থানিকটা বাহিৰ কৰিয়া দেওয়া হইল, তখন তাহাব ভিতৰেৰ অবশিষ্ট বায়ু প্ৰসাবিত হইয়া পূৰ্বেৰ আয়তন প্ৰাপ্ত হওয়া লয় হইল এবং ইহাব চাপ কমিয়া গেল। ফলে ব্লাডাবেৰ ভিতৰে বায়ুৰ বহিঃস্থ চাপ বাহিৰেৰ বায়ুৰ অন্তঃস্থ চাপ অপেক্ষা বেশী দাঁড়াইল। এইকপে কাচপাত্ৰেৰ বায়ু যতই বাহিৰ কৰা যাইবে, ব্লাডাবেৰ দুই দিকেৰ চাপেৰ পাৰ্থক্য ততই বাডিতে থাকিবে, এবং ব্লাডাৰটিও ক্ৰমাগত ফুলিতে থাকিবে।

একপে বায়ুমণ্ডল যে নিম্নচাপ দেখ, তাহাব প্ৰত্যক্ষ পৰীক্ষা কৰা যাউক। ৭নং চিত্ৰেৰ ন্যায় একটা ভূমুখ খোলা কাচপাত্ৰেৰ উপৰেৰ মগটি একটা ববাবেৰ চাদৰ দিয়া শক্ত কৰিয়া বাঁধ। অন্য মুখটি বায়ু নিষ্কাশন যন্ত্ৰেৰ গোটেল উপৰ আঁটিয়া বসাঁও। এইবাব কাচপাত্ৰেৰ ভিতৰেৰ বায়ু অল্পে অল্পে বাহিৰ কৰিয়া লইলেই দেখা যাইবে যে, ববাবেৰ চাদৰ ক্ৰমে ক্ৰমে ভিতৰে ঢুকিয়া যাইতোছে। পাত্ৰেৰ ভিতৰেৰ বায়ু লয় হওয়া বাহিৰেৰ বায়ুমণ্ডলেৰ নিম্ন-চাপে একপ হইল। যন্ত্ৰটি কিছুক্ষণ চালাইলে ববাবটি ফাটিয়া যাইবে। কাচপাত্ৰেৰ উপৰ ববাবেৰ পৰিবৰ্তে হাত বাখিয়া ভিতৰেৰ বায়ু নিষ্কাশিত কৰিলে হাতেৰ উহাব বায়ুৰ নিম্ন-চাপেৰ জন্য এত ভাব লাগে যে, হাতটি গুলিয়া লওয়া যায় না। কোন বালকেৰ হাত এইকপ কাচপাত্ৰেৰ উপৰ চাপাইয়া বায়ু নিষ্কাশন যন্ত্ৰেৰ দ্বাৰা বায়ু টানিয়া লইলে সে সহজে হাত তুলিতে পাৰিবে না। এইকপ তোমবা বেশী কৌতুক দেখাইতে পাব (৮নং চিত্ৰ)। বায়ু-নিষ্কাশন যন্ত্ৰ না থাকিলে এই পৰীক্ষাটি নিম্নলিখিত উপায়ে কৰা যাইতে পাবে। একটা বড হাঁড়িতে (৯নং চিত্ৰ) কিছু জল লইয়া কিছুক্ষণ উত্তমৰূপে ফুটাইতে থাক। পবে একটা ববাবেৰ চাদৰ পাত্ৰেৰ মুখে এমন ভাৱে

শক্ত কবিতা বাঁধ, যেন ইহাব মধ্যে বায়ু কিছুতেই প্রবেশ করিতে না পারে। পবে পাত্রটি শীতল হইলে দেখা যাইবে যে, ববাবটি নিচেব দিকে নামিয়া গিয়াছে। জল ফুটাইলে ইহাব বাষ্পেব সহিত হাঁডিব ভিতবেব বায়ু অনেকটা বাহিব হইয়া যায়। হাঁডি শীতল হইলে অধিকাংশ বাষ্প জমিয়া জল হয়। ভিতবে যেটুকু বায়ু ছিল, তাহা লঘু হওয়ায় চাপ খুব কমিয়া যায়, স্তববাং বাহিবেব বায়ুমণ্ডলেব নিম্নচাপে ববাবটি ঝুলিয়া পড়ে। এখানে একটি প্রশ্ন তোমাদেব মনে উঠিতে পাবে যে, ববাবেব উপবে বহুদূব বিস্তৃত বায়ুমণ্ডল যে চাপ দিতেছে, উহা পাত্রেব ভিতব অত্যন্ত পবিমাণ বায়ুব চাপেব সমান কি না। হাঁ, নিশ্চয়ই সমান। কাণে বায়ু বাহিব কবিতা লইবাব পূবে ববাবটি সমতল ছিল। আবও দেখ পাত্রেব ভিতব যে বায়ু ছিল, তাহা তো বাহিবেব বায়ুবই অংশ ছিল এবং তাহাদেব ঘনত্ব একই ছিল।



১নং চিত্র—বায়ুমণ্ডলেব নিম্নচাপ

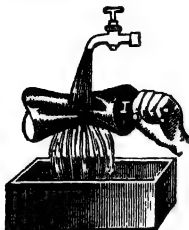


১০নং চিত্র—বায়ুমণ্ডলেব উচ্চচাপ

কাগজ চাপা দাও। আস্তে আস্তে কাগজ সমেত গ্লাসটি উপুড় কবিতা দিলে দেখিবে যে গ্লাসেব জল পড়িয়া যাইতেছে না (১০নং চিত্র)। কাগজেব উপব বায়ুমণ্ডলেব উচ্চচাপ গ্লাসেব জলেব ভাব অপেক্ষা বেশী হওয়ায় কাগজটিকে পড়িতে দেব না।

একটি পাতলা টিনেব কোঁটার কিছু জল বাখিয়া আঙুনে উত্তমরূপে ফুটাও। পবে কোঁটাটিব মুখ উত্তমরূপে বন্ধ কবিতা শীতল কবিতাব জন্ত কোঁটা'ব গায়ে জল সেচন কব। শীতল হইলে দেখিবে

বাহিরেব বায়ুৰ সৰ্বদিকে চাপেৰ জন্য কোটাৰ চতুৰ্দিক চুপসাইয়া গিয়াছে (১১নং চিত্ৰ)।



১১নং চিত্ৰ—বায়ুৰ
সৰ্বদিকে চাপ

বায়ুৰ চাপেৰ একটি আশ্চৰ্যজনক পৰীক্ষা। ১৬৫৪ খৃষ্টাব্দে জাৰ্মান সম্ৰাটেৰ সম্মুখে অটো ভন গ্যাবিক (Auto Von Guericke) কৰ্তৃক সম্পাদিত হইয়াছিল। বালাযুক্ত দুইটি ধাতু নিৰ্মিত ফাঁপা অৰ্ধগোলক বোটাৰ মত এমনভাবে প্ৰস্তুত কৰা হয় যেন কোটাৰ মত বন্ধ কৰিলে কোন ফাঁক দিয়া ইহাৰ মध्ये বায়ু চলাচল কৰিতে না পাবে। একটি অৰ্ধগোলকে একটি প্যাচকল যুক্ত নল লাগানো থাকে।

প্যাচকল ঘূৰাইয়া ইহাৰ ভিতৰ বায়ু চলাচলেৰ পথ বন্ধ কৰা বা খোলা যায়। এই নলেয মগ পাম্পৰ সহিত যোগ কৰিয়া ইহাৰ মধ্যস্থ বায়ু বাহিৰ কৰা যায়।



১২নং চিত্ৰ—অটোভন গ্যাবিক

পৰীক্ষাত দেখা গিয়াছিল ইহাৰ ভিতৰেব বায়ু বাহিৰ কৰিবাব পুন দুইদিকে চাবিটি কৰিয়া আটটি ঘোড়ায় অৰ্ধগোলক দুইটাক খুলিয়া পৃথক কৰিতে পাবে নাহি, অথচ প্যাচকল খুলিয়া বগন ইহাৰ মৰো বায়ু প্ৰবেশ কৰান হইল তখন একটি শিশুও অনায়াসে ইহাদিগকে পৃথক কৰিতে পাৰিয়াছিল। ম্যাগ-



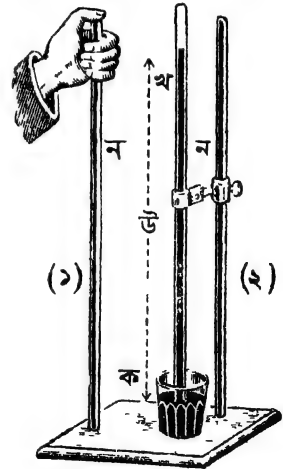
১৩নং চিত্ৰ
ম্যাগডেবুৰ্গ গোলাধ

ডেবুৰ্গ সহবে এই পৰীক্ষা হয় বলিয়া যন্ত্ৰটিৰ নাম দেণ্ডা হয় ম্যাগডেবুৰ্গ গোলাধ (Magdeburgh Hemisphere)।

একটি কাগজের ঠোঙ্গাকে হাত দিয়া ফুলাইয়া তাহাব মুখটি মুঠা কবিয়া চুপ-সাইয়া দিলে ঠোঙ্গাটি ফুলিয়া থাকিবে। কিন্তু ঠোঙ্গাব মুখে মুখ দিয়া ভিতবেব বায়ু বাহিব কবিয়া দিলে ঠোঙ্গাটি চাবিদিক হইতে চুপসাইয়া যায়। ইহাব কাবণ ঠোঙ্গাব ভিতবেব বায়ু চুষিয়া লইলে চাপ কমিয়া যায়, কিন্তু বাহিরেব বায়ুব চাপ সমান থাকায় ইহাকে চাবিদিক হইতে চাপিয়া ধবে।

ব্যারোমিটার

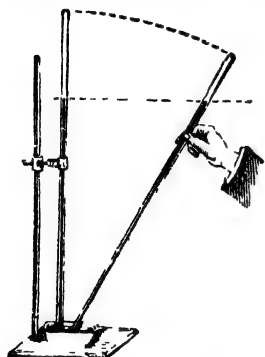
কোন স্থানে বায়ুমণ্ডল কি পৰিমাণ চাপ দেয়, তাহা স্থিৰ কবিবাব জন্য যে বস্তু ব্যবহাৰ কৰা হয়, তাহাকে **ব্যারোমিটার (Barometer)** বলে। এক মুখ বন্ধ, প্রায় ৩০ ইঞ্চ লম্বা একটি কাচের সৰু নল ন (১৭নং চিত্র) লইয়া তাহাকে সম্পূর্ণ কাপে পাবদপূর্ণ কৰ। দেখিও যেন পাবদপূর্ণ কবিবাব সময় নলেব মধ্যো সামান্য মাত্রাও বায়ু না থাকিয়া যায়। এগন পাবদপূর্ণ নলেয় মুখটি অঙ্গুলিব দ্বাৰা দঢ়ভাবে চাপিয়া ধৰ এবং একটি পাবদপূর্ণ পাত্ৰেব উপৰ এমন ভাবে উল্টাইয়া ধৰ যেন অঙ্গুলিব দ্বাৰা বন্ধ মুখটি দ্বিতীয় পাত্ৰেব পাবদেব মধ্যো আসিয়া পড়ে। এগন অঙ্গুলি পাবদেব মধ্য হইতে সাবধানে বাহিব কবিয়া লও। অঙ্গুলি সবাইবাব সঙ্গে সঙ্গে দেখিবে যে, নলেব ভিতৰ পাবদ কিঞ্চিৎ নাগিয়া আসিয়াছে। এখন নলটিকে লম্বা ভাবে খাড়া কৰিয়া বাধ এবং পাত্ৰেব পাবদপৃষ্ঠ হইতে নলেব ভিতৰ দণ্ডায়মান পাবদস্তম্ভেব উচ্চতা অৰ্থাৎ কক্ষ দূৰত্ব (১৮ নং চিত্র) একটি স্কেলেব



১৮নং চিত্র—ব্যারোমিটার

দ্বাৰা মাপিলে দেখিবে যে, ইহা প্রায় ৩০ ইঞ্চ। নলের ভিতর পাবদেব উপব প্রায় দুই ইঞ্চ পৰিমিত যে স্থানটুকু বহিল, তাহা একেবাবে বায়ুশূন্য। বৈজ্ঞানিক টৰিসেলিৰ নামানুসাবে উহাকে 'টৰিসেলিৰ শূন্য স্থান' বলা হয়। এইকপ একটি পাবদপূৰ্ণ পাত্ৰেৰ উপব উপড কবা পাবদপূৰ্ণ নলই মোটামুটি ব্যারোমিটার। ইহাব পাত্ৰস্ত পাবদেব উপব বায়ু যে চাপ দিতেছে, তাহাই ঐ নলের পাবদ-স্তম্ভকে পড়িতে দিতেছে না।

এখন যদি পাবদপূৰ্ণ নলটিকে আস্তে আস্তে হেলাইয়া ধবা হয় তবে দেখা যাইবে টৰিসেলিৰ শূন্য স্থান কমিয়া যাইতেছে। যত বেশী হেলান হইবে ততই



১৫নং চিত্র—টৰিসেলিৰ শূন্য স্থানের হ্রাস

ঐ টৰিসেলিৰ শূন্য স্থান কমিতে থাকিবে। নলটি খুব বেশী হেলাইয়া ধবিলে ভয়ত সমস্ত নলটিই পাবদপূৰ্ণ হইয়া যাইবে—টৰিসেলিৰ শূন্যস্থান আব থাকিবে না। মোট কথা নিচেৰ পাত্ৰেৰ পাবদ-তল হইতে পাবদস্তম্ভেৰ উচ্চতা খাড়া ভাবে ৩০" পর্যন্ত থাকিবে। হেলাইলে ঐ খাড়া উচ্চতা কমিয়া বায় বলিয়া উপবোক্তকপ ঘটনা ঘটে। ১৫নং চিত্রে ব্যাপাবটি দেখান হইল।

যদি কোনও কাৰণে বায়ুমণ্ডলেৰ চাপ কমে বাড়ে, তবে নলমধ্যস্থ পাবদস্তম্ভেৰ উচ্চতাও কমিবে বাডিবে। সমুদ্রপৃষ্ঠে এই পাবদস্তম্ভেৰ উচ্চতা ৩০ ইঞ্চ। সমুদ্র-পৃষ্ঠ হইতে যতই উপবে উঠা যায়, বায়ুমণ্ডলেৰ চাপ ততই কমিতে থাকে এবং পাবদস্তম্ভেৰ উচ্চতাও তত হ্রাস পাইতে থাকে। পাহাড়েৰ উপব ব্যাবোমিটার এবং পাবদস্তম্ভেৰ উচ্চতা লক্ষ্য করিলে ইহা প্রমাণিত হইবে। পাহাড়েৰ উপব না। উঠিয়াও বায়ু-নিৰ্কাশনযন্ত্ৰেৰ সাহায্যে ইহা সহজেই পৰীক্ষা কৰিতে পারা যায়। ১৬নং চিত্রে দেখ, একটি ব্যারোমিটারেৰ কাচনলটি একটি কাচপাত্ৰেৰ মুখেৰ

ছিপিভ ভিতর দিয়া উপবে উঠিয়াছে। কাচপাত্রটি একটি নল সংযুক্ত প্লেটের উপর বসান আছে। এখন কাচপাত্রের ভিতরে বায়ু চাপ বাহিরেব বায়ু চাপের সমান। এইবাব নলে মুখ দিয়া কাচপাত্রের বায়ু কতকটা টানিয়া লইলে পাবদ স্তম্ভ দ্রুত নামিতে থাকিবে। সমদ্রপৃষ্ঠ হইতে মোটামুটি প্রতি নয ণত ফুট উচ্চতায় বায়ু চাপ পাবদস্তম্ভের উচ্চতা এক ইঞ্চি কমাইয়া দেয়। পবীক্ষা কবিষা দেখা গিয়াছে যে, সাড়ে তিন মাইল উর্ধ্বে বায়ু চাপ ১৫ ইঞ্চি পাবদ-স্তম্ভের সমান এবং দশ মাইল উচ্চ মাত্র ৩ ৭৫ ইঞ্চি। অতএব কোনও স্থানে বায়োমিটারএব সাহায্যে বায়ু চাপ দেখিয়া সমদ্রপৃষ্ঠ হইতে সেই স্থানেব মোটামুটি উচ্চতা নির্ণয় কবিতে পাবা।

১৯নং চিত্র—বায়ুচাপের হ্রাসে পাবদ স্তম্ভের নিম্নগমন

নয। যে স্থানে বায়ুমণ্ডলের চাপ সমদ্রপৃষ্ঠেব বায়ুমণ্ডলের চাপ হইতে ৩৫ ইঞ্চি কম, সে স্থান সমদ্রপৃষ্ঠ হইতে মোটামুটি ১৮০০ ফুট উচ্চ

এখন বোধ হয় তোমরা জিজ্ঞাসা কবিবে যে, বায়োমিটারে কেবল পাবদ ব্যবহার করা হয় কেন। তাহাব উত্তর এই যে, পাবদের পবিত্রত জল বা অন্য কোনও তরল পদার্থ দ্বারা বাচনলটি পূর্ণ কবিষা বায়োমিটারে প্রস্তুত হইতে পাবে, কিন্তু বাচনলটির দৈর্ঘ্য একরূপ হইবে না। পাবদ জল আপেক্ষা ১৩ ৬ গুণ ভারী। অতএব বায়ুমণ্ডলের যে চাপ ৩০ ইঞ্চি পবিমিত পাবদস্তম্ভকে দাঁড় কবাইয়া বাখিতে পারে, তাহা $\frac{30 \times 13.6}{12}$ অর্থাৎ প্রায় ৩৪ ফুট উচ্চ জলস্তম্ভ দাঁড় কবাইয়া বাখিবে। কাজেই নলে জল ব্যবহার কবিতে হইলে, অস্ত্রত ৩৫ ফুট লম্বা নল লইতে লইবে। একরূপ প্রকাণ্ড নল লইয়া পবীক্ষা কবা অসুবিধাজনক। ইহা ছাড়া আবও কতকগুলি অসুবিধাব জন্য জল বা অন্য তরল পদার্থ বায়োমিটারে ব্যবহার হয় না।

মনে কব নলেব ছিদ্রেব ক্ষেত্রফল ১ বর্গ ইঞ্চি ও পাবদস্তম্ভের উচ্চতা ৩০ ইঞ্চি।

সুতরাং ৩০ ঘনইঞ্চ পাবদন্তু বাহিবেব বায়ুমণ্ডলের চাপে নলের ভিতর দাঁড়াইয়া বহিল। কিন্তু ৩০ ঘন ইঞ্চ পাবদেব ওজন প্রায় সাড়ে সাত সেব। সুতরাং বায়ুমণ্ডল ভূতলে প্রতি বর্গ ইঞ্চ পৰিমিত স্থানে প্রায় সাড়ে সাত সেব ওজনেব চাপ দেব।

আমাদেব শবীবেব উপবকাব ক্ষেত্রফল যদি মোটেব উপব ১৬ বর্গফুট ধবা যায়,

তাহা হইলে বায়ুমণ্ডল সর্বদা আমাদেব শবীবেব উপব $\frac{16 \times 144 \times 9}{8}$ বা ৪৩২

মণ চাপ দিতেছে। একমণ বোঝা মাণায় বহিয়া আনিতে কষ্ট হয়, কিন্তু আশ্চর্যেব বিষয় যে, বায়ুমণ্ডলেব এই গুরুতাব সর্বদাই আমাদেব দেহেব উপব বহিয়াছে, অথচ তাহা আমবা মোটেই টেব পাই না। তাহাব কাবণ বাহিবেব বায়ু চাবিদিক হইতেই সমভাবে চাপ দিতেছে। আমাদেব শবীবেব ভিতবেও বায়ু বহিয়াছে, নাসিকা, ফুসফুস, লোমকূপ ইত্যাদি দিয়া সেই বায়ুব সহিত বাহিবেব বায়ুব যোগ বহিয়াছে। অতএব শবীবাভ্যন্তরবস্ত বায়ুব চাপও বাহিবেব বায়ুব চাপেব সমান। এখানে আব একটি প্রশ্ন উঠিতে পারে যে, আমবা এই দুইটি বিপরীতাভিমুখী চাপে পিষ্ট হইবা নাই কেন। বিজ্ঞানবিদগণ বলেন, যে আমাদেব শবীব এই পৰিমাণ চাপ বহন কনিবাব উপযোগী কৰিয়াই গঠিত হইয়াছে। এই চাপ কোনও কাবণে বাড়িলে বা কমিলে আমাদেব অনভ্যন্ততা হেতু বড় কষ্ট হয়। উচ্চ পর্বত-শৃঙ্গ আবোহণ কালে অথবা এবোপেনে কৰিয়া উপবে উঠিলে বায়ুমণ্ডলেব কম চাপেব জন্তু দেহাভ্যন্তরবস্ত বায়ু প্রসাবিত হইবাব চেষ্টা কবে, ফলে প্রায়ই নাক, কান দিয়া বক্ত বাহিব হয়।

সংক্ষেপ :—বায়ু, বর্ণ, স্বাদ, গন্ধহীন, সঙ্কোচন ও প্রসাৰণশীল স্বচ্ছ পদার্থ। ইহা সতত চঞ্চল এবং পৃথিবীর বহু পদার্থ অপেক্ষা লঘু। নিজ ভাবহেতু ইহা পদার্থে, উষ্ণ নিম্ন ও সকল দিকে চাপ দিয়া থাকে। সে চাপেব পৰিমাণ সমুদ্রপৃষ্ঠে প্রতি বর্গ ইঞ্চ পৰিমিত স্থানে সাড়ে সাত সেব। বত উষ্ণ উঠা যায় ই চাপ তত কমিয়া থাকে। প্রতি ১০০ ফুট উচ্চতায় ব্যারোমিটারের পায়দ ১ ইঞ্চ নামিয়া যায়। অধিক উচ্চে উঠিলে বায়ু মণ্ডলেব চাপ কমিয়া যায় বলিয়া আমরা সেখানে স্থল থাকিতে পাবি না। নিচে আমাদের দেহের সকল দিকে বায়ুমণ্ডল অত্যধিক চাপ দিলেও

আমরা পিষ্ট হইয়া যাই না তাহার কারণ, আমাদের দেহ এই চাপ সহিবার মত করিয়া শক্ত হইয়াছে।

দ্বিতীয় প্রশ্নমালা

১। বায়ুর গুণেব উল্লেখ কর এবং উদাহরণ দ্বারা বুঝাইয়া দাও। (Explain with example the properties of air)

২। দৃশ্যমান পদার্থ শূন্য একটি ঘটি যে প্রকৃতপক্ষে বায়ুপূর্ণ তাহা কিরূপে বুঝাইবে? (How would you show that a pitcher is full of air?)

৩। বায়ুর ওজন আছে, তাহা কিরূপে প্রমাণ করা যায়? (How it can be proved that air has weight?)

৪। বায়ুমণ্ডলের চাপ বলিতে কি বুঝায়? এই চাপের অস্তিত্ব প্রমাণ কবিবার জন্য দুইটি পরীক্ষা বর্ণনা কর। (What do you mean by the pressure of air? Describe experiments by which the existence of this pressure may be proved) [কঃ বিঃ ১৯৪১]

৫। বায়ুমণ্ডলের চাপের পরিমাণ কিরূপে নির্ণীত হয়? হাতের চেঁচোর ক্ষেত্রফল মোটামুটি ১২ বর্গ ইঞ্চি ধরা হয়, তবে ইহাব উপর বায়ু চাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। (How atmospheric pressure is determined? If the area of the palm of a hand be 12 square inches, find the amount of atmospheric pressure on it)

৬। নিম্নলিখিত ঘটনাসমূহলিতে কি হইবে বল ও তাহার কারণ দেখাও :—

(ক) টোটে একটি ছোট চাবি লাগাইয়া উহাব মধ্যস্থ বায়ু মুখ দিয়া চুষিয়া লওয়া হইল।

(খ) একটি সাধারণ পিচ্কাবীর মুখ জলে ডুবাইয়া পিষ্টনদণ্ডটি উপর দিকে টানা হইল।

(গ) দ্রুতপূর্ণ বাটিতে চুম্বক দেওয়া হইল।

(ঘ) দুই মুখ খোলা কাচনল জলপূর্ণ করিয়া উপরের মুখটি আবদ্ধ দিয়া চাপিয়া রাখা হইল।

(ঙ) ২০ ইঞ্চ লম্বা একমুখবদ্ধ একটি কাচনল পানদপূর্ণ করিয়া একটি পানদপূর্ণ পাত্রে উপর উপুড় করিয়া ধরা হইল।

(Say what will happen in the following cases and state reasons —

(a) A small hollow key is put on a lip and the air is sucked out of it,

(b) the mouth of an ordinary water syringe is put into water and the

piston is drawn upwards, c) air is drawn from the edge of a cup full of

milk by mouth , (d) a tube, full of water is held up with upper end closed and lower end open , (d) a glass tube 20 inches long and closed at one end is filled with mercury and then carefully immersed into a cup of mercury with other end up)

৭। কাউন্টেন পেনের কালি-তোলা যন্ত্রেব সাহায্যে পেনটিতে কিরূপে কালি ভরা হয় ?
(How a fountain pen is filled with the help of a dropper ?)

৮। ব্যারোমিটার বর্ণনা কর। এই যন্ত্রে পারদেব পরিবর্তে জল ব্যবহার করিলে কি অসুবিধা হয় ? (Describe a Barometer , what will be the disadvantages if it is made with water instead of mercury ?)

৯। সমুদ্রতল হইতে কোন স্থানের মোটামুটি উচ্চতা ব্যারোমিটার দ্বারা কিরূপে নির্ণয় করা যায় ? (How the height of a place from the sea level can be determined by the help of a Barometer ?)

দার্জিলিংয়ের উচ্চতা যদি ৭০০০ ফিট্ ধরা হয়, তবে সেখানে ব্যারোমিটারেব পাবদস্তস্ত কত হইবে ? (If the height of Darjeeling be 7000 ft above the sea level, what will be the Barometer reading there ?)

১০। আমাদের শরীরেব উপর বায়ু নিবৃত্ত গুরুভাব দিলেও

(ক) আমরা সে ভাব মোটেই বুঝিতে পার না কেন ?

(খ) আমাদের শরীর পিষ্ট হইয়া যায় না কেন ?

(Why do we not realise the pressure of atmosphere on our bodies and why our bodies are not pressed by such a great pressure ?)

তৃতীয় পরিচ্ছেদ

জল

জলের ধর্ম

বায়ব পবেই জল আমাদের জীবন ধারণের পক্ষে অত্যন্ত প্রয়োজনীয় বস্তু । জল না পাইলে প্রাণী ও গাছ পান্না কিছুই বাঁচিত না, ভূমিতে চাষ আবাদ হইত না । এই জল মকভূমিতে জলাভাবে প্রাণী কিংবা গাছপান্না কিছুই থাকিতে পাবে না ।

জল তবল পদার্থ এবং ইহা আমাদের কাছে প্রায় বায়ব মতই সহজ প্রাপ্য । তবল পদার্থের কথা মনে হইলে জলের কথা যত সহজে মনে পড়ে তেমন আব কোন পদার্থের কথা নয় । জল বায়ু অপেক্ষা অনেক ভারী । ইহাও স্বচ্ছ, তবে বায়ব মত অধিক নহে । বায়ব ভিত্তব দিয়া বহুদূব পযন্ত পদার্থকে যত স্পষ্ট দেখায জলের ভিত্তব তত স্পষ্ট দেখা যায় না । জলেরও স্বাদ, বর্ণ, গন্ধ নাই । জল বর্ণহীন হইলেও সমুদ্রে জল নীল বর্ণ দেখায । বর্ণহীন বায়ু স্তবে স্তবে সজ্জিত থাকায় আকাশকে যেমন নীল দেখায সমুদ্রে বর্ণহীন জল ঐকপ সজ্জিত থাকে বলিয়া সমুদ্রে জল নীল দেখায । জলের আকাশ নাই । যখন যেকপ পাত্রে বাখা যায় তখন সেই পাত্রের আকাশ ধারণ কবে । ইহাকে প্রায় সঙ্কচিত কবিতো পাখা যায় না বলিলেই চলে , কাজেই ইহা সঙ্কোচনশীলও নয় । এবটি পিচকাবীতে জল লইয়া পিচকাবীব মখ আঙ্গুল দিয়া চাপিয়া বন্ধ কবিয়া পিষ্টন দণ্ডটি যত জোবেই ঠেলা যাউক না কেন কিছুতেই ভিতবে বাইতে চাহে না । জল যদি সঙ্কোচনশীল হইত তবে পিষ্টন দণ্ডটির জোবে সঙ্কচিত হইয়া বাইত এবং পিষ্টন দণ্ডটি ভিতবে ঢুকিত এবং পবে জোব কমাইয়া দিলে উহা যদি প্রসাংণ

শীল হইত তবে পিষ্টন দণ্ডটি পুনৰায় বাহিৰ হইয়া আসিত। জল সকল সময়ে নিচেৰ দিকে গড়াইয়া যাইতে চায়। মেঝেয় জল ঢালিলে দেখিয়াছ কেমন ইহা নিচেৰ দিকে ক্রমশ গড়াইয়া পড়ে। এই ধৰ্মেৰ জন্ত নদীতে স্রোত বহে।

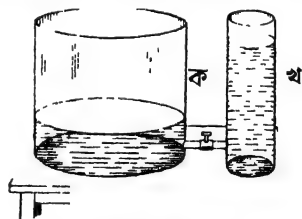


১৭নং চিত্র—জলতল সমতল ও
ভূমাস্তবাল

জলেৰ উপবিতল সকল সময়েই সমতল এবং অন্তৰ্ভূম বা ভূমিৰ সহিত সমান্তবাল (horizontal) থাকে। গ্লাস, বলসী, চোঁবাচ্চা, পুকুৰ প্রভৃতিৰ জলেৰ উপবিভাগ যে ভূ-সমান্তবাল তাহা তোমৰা নিশ্চয় লক্ষ্য কৰিয়াছ। এমনকি কোন পাত্ৰকে কাত কৰিয়া বাখিলেও তাহাব মধ্যস্থ জলেৰ উপবিতল সমতল ও অন্তৰ্ভূম থাকিব। চিত্ৰে দেখ পাত্ৰটি বাত কৰিয়া ধৰিলেও ইহাব মধ্যস্থ জলেৰ উপবিতল কেমন সমতল

অথচ অন্তৰ্ভূম বহিয়াছে।

চিত্ৰে দেখ ক ও খ দুইটি পাত্ৰ একটি নল দ্বাৰা পৰস্পৰ সংযুক্ত। ইহাদেৰ মধ্যে খ পাত্ৰটি ক পাত্ৰেৰ তুলনায় আঁকাৰে অনেক ছোট। নলেৰ চাৰিটি বন্ধ কৰিয়া দুইটি পাত্ৰে জল একপ ভাবে ঢাল যেন খ পাত্ৰেৰ জলতল ক পাত্ৰেৰ জলতল অপেক্ষা উচ্চে থাকে। এক্ষণে নলেৰ চাৰিটি খুলিয়া দিলে দেখিব যে খ পাত্ৰেৰ জলতল নামিয়া যাইতেছে ও ক পাত্ৰেৰ জলতল

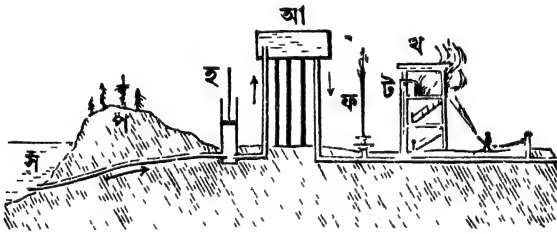


১৮নং চিত্র—জল চলাচল

ক্রমশ উচ্চ হইতেছে। অবশেষে পাত্ৰ দুইটিৰ জলতল এক সমতলে আসিবে। তখন আব চলাচল হইবে না। অতএব দেখা যাইতেছে যে খ পাত্ৰেৰ জল পৰিমাণে কম হইলেও ইহাব তলেৰ উচ্চতা হেতু ক পাত্ৰে আসিল।

যদি বড় পাত্রটির জলতল উচ্চতর হইত তবে দেখিতে ইহাব জলই ছোট পাত্রে আসিত। জলেব চলাচল জলতলের উচ্চতার উপর নির্ভর করে, পরিমাণেব উপর নির্ভর কবে না।

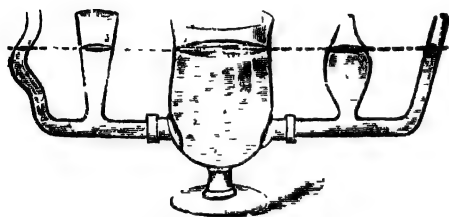
জলেব এই ধর্মের উপর নির্ভর কবিয়া সহবে কলেব জল সবববাহ হইয়া থাকে। বহু উচ্চে একটি অতি বৃহৎ পাত্রে জল পাম্প কবিয়া তুলিয়া সঞ্চিত রাখা হয়। পবে বড় নল দ্বাৰা সেই পাত্র হইতে জল নিচে সবববাহ কৰা হয়। এই বড় নলেব সঙ্গে আবাব ছোট ছোট নল, শাখা প্রশাখা হিসাবে বাহিব হইয়া সহবেব চতুর্দিকে ছড়াইয়া থাকে। যে কল গুলি হইতে আমবা জল পাই তাহাব উচ্চতা



১৯নং চিত্র—সহবে জল সবববাহ

যদি বৃহৎ পাত্রস্থ জলতলেব অপেক্ষা নিচু হয় তবে সর্বদাই আমবা জল পাইতে পারি। কিন্তু যদি এই কলগুলি উচ্চে স্থাপিত হয় এবং বৃহৎ পাত্রস্থ জলতলেব উচ্চে বা সমান হয় তবে ইহা হইতে জল পাওয়া যাইবে না—নিচু হইলে পাওয়া যাইবে। কিন্তু যত নিচু হইবে তত অধিক জোবে জল পাওয়া যাইবে। এই জন্য সহবেব বাডীর একতলাব কলেব জল যত জোবে পড়ে দোতলাব বা তেতলাব কলেব জল তত জোবে পড়ে না। চিত্রে দেখ স নামক নদী, পুকুর বা সমুদ্র হইতে জল হু পাম্প দ্বাৰা টানিয়া আ নামক আধাবে বস্কিত হইয়াছে। সেখান হইতে জল আনিয়া ফ নামক ফোঁটাবা দিয়া বাহিব হইতে পাবে। আবাব একটি বাডীর উপবে ট নামক স্থানে অনান্যাসে আপনি উঠিতে পাবে।

বিভিন্ন আকাবেব বহু শাখা বিশিষ্ট একটি পাত্রেব একটি শাখায় জল ঢালিলে দেখা যায় জল ঢালা বন্ধ হইলে যতক্ষণ না সকল কটি শাখায় জলতল সমান



২০নং চিত্র—জলতলের সমতা

উচ্চতা প্রাপ্ত হইবে ততক্ষণ জল স্থিৰ হইবে না। ইংবাজিতে সেজন্ত বলে “Water finds its own level”। চিত্রে বিভিন্ন আকৃতিব বহু শাখা

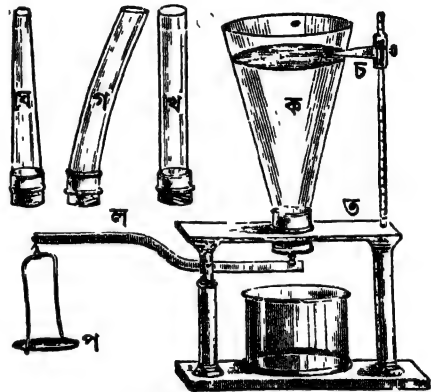
বিশিষ্ট একটি কাচ পাত্রে জলতলের সমতা দেখা গেল। জলের সকল বাহু ধর্ম অগ্ৰান্ত তবল পদার্থে দৃষ্ট হয়।

তরল পদার্থের চাপ

বায়ুমধ্যস্থ কোন স্থানে বায়ু যে চাপ দিকেই চাপ দেয়, তাহা তোমরা পূর্বেই দেখিয়াছ। তবল পদার্থ উহাব অভ্যন্তরস্থ সকল স্থানে চাপ দিকেই চাপ দিয়া থাকে। মনে কবা নাউক, জলের ভিতর জলতলের সমান্তরাল একটি ছোটতল বহিষাছে। এই তলের উপর জলের উপবিতল পর্যন্ত যে জলটুকু দাঁড়াইয়া আছে, তাহাব ভাবের দকণ সে নিম্নদিকে চাপ দিবে, ইহাই জলের নিম্নচাপ। এইজন্য এই তলটিকে জলের ভিতর যতই নিচের দিকে লওয়া যাইবে, ততই ভাববৃদ্ধিহতু জলের চাপও বেশী হইবে। আবার এই তল যত বিস্তৃত হইবে, উহাব উপর মোট চাপও তত অধিক হইবে। স্তববাং কোনও জলপূর্ণ পাত্রেব তলায় যে মোট চাপ পড়ে, তাহাব পরিমাণ ঐ তলাব বর্গফল ও জলে গভীরতাব উপর নির্ভব কবে, জলের পরিমাণের উপর নির্ভব কবে না। পবীক্ষা কবিবাব জন্য চিত্রে প্রদর্শিত একটি যন্ত্র ব্যবহার কবিতে হয়। ক খ গ ঘ প্রভৃতি কতকগুলি বিভিন্ন আকাব

ও আয়তন বিশিষ্ট পাত্র ; কিন্তু ইহাদের সকলগুলির তলদেশের ক্ষেত্রফল সমান । একটি লেভার লএব এক বাহুতে একটি পান্না প ও অপর বাহুতে একটি বাটি এমন ভাবে লাগান থাকে যে, পান্নায় বাটকাবা দিয়া ছাড়িয়া দিলে অপর বাহুর বাটিটি জোরে উপর দিকে উঠিবার কালে পূর্বোক্ত যে কোন একটি পাত্রের তলদেশে গিয়া লাগে । বলা বাহুল্য যে

পাত্রগুলির তলদেশ ফাঁকা এবং যদি উহাদিগকে যন্ত্রে লাগান যায় তবেই বাটিটি গিয়া ইহাদের তলদেশ বন্ধ কবিলে । পাশে একটি প্রদর্শক চ থাকে , তদ্বারা পাত্রের জল কতদূর উঠিল তাহা স্থির কবা যায় । এখন পান্নায় কিছু বাটকাবা দিয়া কোন একটি পাত্র যন্ত্রে লাগাইয়া

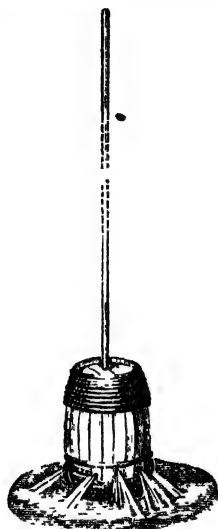


২১নং চিত্র—জলচাপের সমতা

তাহাতে এমনভাবে জল ঢালিতে থাক যেন আব একটু জল দিলে উক্ত জলের নিম্ন চাপ হেতু লেভারের বাটিতে যে চাপ পড়িলে তাহাতে বাটিটি নিচেব দিকে নামিয়া যাইবে এবং পাত্র হইতে জল পড়িতে আবস্ত হইবে । ঠিক এইরূপ অবস্থায় প্রদর্শকটিকে জলের উপবিত্তলে স্থির রাখ । এখন বিভিন্ন পাত্রগুলি লাগাইয়া দেখিলে বুঝিবে যদি জলতল পূর্বোক্ত স্থান পর্য্যন্ত পৌঁছায় তবে সকল পাত্রগুলির অবস্থা একই রূপ হইবে । পাত্রের আকার বা আয়তনের উপর কিছুই যায় আসে না ।

জলের এই গুণের উপর নিভব কবিয়া অতি আশ্চর্যজনক একটি পবীক্ষা কবিতে পাওয়া যায় । একটি বড় মজবুত পিপা জলপূর্ণ কবিয়া তাহার মুখটি বন্ধ

কবিয়া একটি সরু ছইমুখ খোলা নল এমনভাবে লাগাইয়া দিতে হইবে যেন ঐ নলে জল ঢালিলে পিপার মধ্যে চলিয়া যায় এবং কোন পথ দিয়া বাহির হইতে

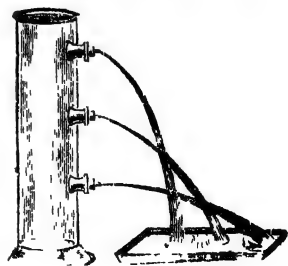


২২নং চিত্র—অল্পমাত্র জলের চাপে পিপা কাটিয়া যাইতেছে

২৩নং চিত্রে দেখ, একটি লম্বা নলের গায়ে কয়েকটি ছিদ্র আছে। নলের মধ্যে জল ঢালিলে ছিদ্রপথে ফিনকি দিয়া জল বাহির হইতে থাকিবে। নলটির পাশে জলের চাপ পড়িতেছে বলিয়াই এরূপ হয়। তাহা ছাড়া আরও দেখ, সকলের নিচেব ছিদ্র দিয়া জল যত জোরে বাহির হইতেছে, উপরের ছিদ্র দিয়া তত জোরে বাহির হইতেছে না। ইহা

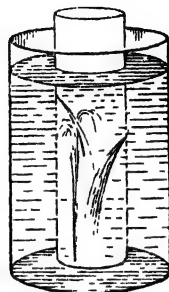
পাশ না। এমত অবস্থায় ঐ নলের ভিতর দিয়া অল্পমাত্র জল ঢালিয়া দিলে পিপাটি ফাটিয়া যায়। তাহাব কাণ আঁব কিছু নহে, পিপার তলাব ক্ষেত্র ফল অধিক থাকায় এবং নল পাথে জলের উচ্চতা অধিক হওয়ায় জলের চাপ বড় গুণ বাড়িয়া গেল। পিপাটি বরাবর যদি একইরূপ মোটা হইত তবে তাহাতে যে জল ধরিত তাহাব চাপ যত হইত এক্ষণে ঐ অল্প মাত্র জলের দকণ চাপ ঠিক তাহাব সমান হওয়ায় এরূপ হইল।

কঠিন পদার্থ আপন ভাবের জন্ত কেবল মাত্র নিম্নদিকেই চাপ দেয়, কিন্তু তবল পদার্থ যেমন নিম্নদিকে চাপ দেয়, তেমনই পাশেও চাপ দেয়। সামান্য পরীক্ষা দ্বারা জলের পার্শ্ব-চাপের অস্তিত্ব বুঝান যাইতে পারে।



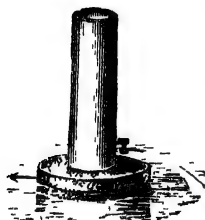
২৩নং চিত্র—জলের পার্শ্বচাপ

হইতে বুঝা যায় যে, ছিদ্রস্থানে জলের গভীরতা যত অধিক, তথাকার পার্শ্বচাপও তত অধিক। অতএব তরল পদার্থের পার্শ্বচাপ (Lateral pressure) ইহাব গভীরতার সহিত বৃদ্ধি পায়। এই পৰীক্ষাটি আব এক ভাবে কৰা যাইতে পাৰে। টিনেৰ নলেৰ গায়ে বা তলাৰ কতকগুলি ফুটা কৰ। বন্ধমুখ অৰ্থাৎ তলা নিচেৰ দিকে বাখিয়া নলটি সোজাভাবে জলেৰ ভিতৰ খানিকটা ডুবাইলে দেখা যাইবে যে জলেৰ পার্শ্বচাপ বা উৰ্ধ্ৱচাপ হেতু সমস্ত ছিদ্র দিয়া জল জোৰে ভিতৰ দিকে প্রবেশ কৰিতেছে (২৭নং চিত্র)।



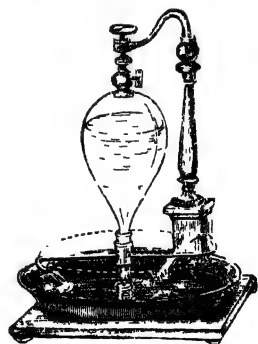
২৭ নং চিত্র—জলেৰ পার্শ্বচাপ ও উৰ্ধ্ৱচাপ

নিচে প্যাচ কল বিশিষ্ট একটি পাতলা টিনেৰ পাত্ৰকে এমন একটি কৰ্কেৰ উপৰ আঁটিয়া বসান গায় যেন ঐ কক সমেত পাত্ৰটিতে জল ঢালিয়া আব এব জল পূৰ্ণ পাত্ৰে ছাড়িয়া দিলে উহাবা ভাসিতে পাৰে। এখন টিনেৰ পাত্ৰটিৰ প্যাচ কল খুলিয়া দিলে উহা হঠাৎ জল নিগত হইয়া



২৮ নং চিত্র—জল নির্গমনের ফলে পাত্ৰের পশ্চাদপসরণ

বৃহত্তর পাত্ৰেৰ জলে পড়ে এবং দেখা যায় কৰ্ক-সমেত পাত্ৰটি পশ্চাদ্ধিকে সাবধা নাষ্টাওছে। ইহাব কাৰণ পাত্ৰেৰ যে দিক দিয়া জল নিগত হইয়া যাইতেছে সেই দিকেৰ পার্শ্বচাপ কমিয়া যায়, অথচ তাহাব বিপৰীত দিকে পার্শ্বচাপ পূৰ্ব্বৰং থাকায় উহাব গতিৰ অন্ত-



২৯নং চিত্র—বাক্যেৰ যন্ত্ৰ

বায কেহ থাকে না; কাজেই পাত্ৰটি বিপৰীত দিকে সবিন্য় যায়। এই

শুণেব উপব নির্ভর করিয়া বার্কাব সাহেব কেমন একটি কোতুক জনক যন্ত্রেব আবিষ্কার কবিয়া ছিলেন চিত্রে দেখ। ইহাব দুই পাশেব দুইটি নল একই দিকে বাকান থাকায় জলেব চাপ কমিয়া যাওয়ার জল পাত্রটি ঘূৰিতে থাকে।

উপবেব পৰীক্ষায় ঐ নলটিব তলার ফুটা থাকায় দেখিয়াছ যে, জল ফিন্‌কি দিয়া নলটিব ভিতবে উপব দিকে উঠিতেছে। ইহাব দ্বাৰা বুঝা যায় যে জলেব



২৭নং চিত্র

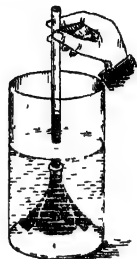
জলেব উৰ্ধ্বচাপ

উৰ্ধ্বচাপও আছে। জলেব উৰ্ধ্বচাপ (Upward thrust) বুঝিব'ব জন্তু আর একটি পৰীক্ষা কৰা যাউক।

দুইমুখ খোলা একটি কাচেব নল লও এবং তাহাব মূখ ঠিক ঢাকিয়া বাখিতে পাবে এমন একটি টিনেব চাক্‌তি লইয়া উহাব মাঝে একটি লম্বা সূতা আটকাইয়া বাখ। এখন নলেব মূখে চাক্‌তি লাগাইয়া উহাব সূতাটি নলেব মধ্য দিয়া

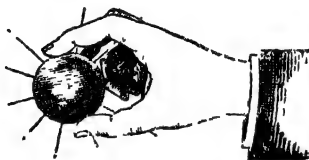
জল মূপে টানিয়া ধৰিয়া বাখ (২৭নং চিত্র)। এইরূপ অবস্থায় নলটিবে একটি জলপূৰ্ণ গ্লাসেব মধ্যে ধীবে ধীবে থানিকটা ডুৰাইয়া দাও, দেখিবে সূতা ছাড়িয়া টিনেব চাক্‌তিটি নলেব মূখে লাগিয়া আছে, পড়িয়া গাইতেছে না। ইহা হইতে বুঝা গেল যে চাক্‌তিব নিম্নস্থ জলেব উৰ্ধ্বচাপ দ্বাৰাই ইহা নল-মূখে আটকাইয়া আছে। এইবাব নলেব গোলামুখ দিয়া ভিতবে জল ঢালিতে থাকিলে দেখিবে যে, নলেব জল যখন বাহিৰেব জলেব সহিত প্রায় এক সমতলে আসিযাছে, তখন চাক্‌তিটি নলেব মূখ হইতে পসিয়া পড়িল। এখন চাক্‌তিব উপর গ্লাসেব জলেব উৰ্ধ্বচাপ ও তাহাব উপব নলমধ্যস্থ জলেব নিম্নচাপ সমান হওয়াতে চাক্‌তি নিজের ভাবেব জন্তু থসিয়া পড়িল। এই পৰীক্ষা হইতে বুঝা গেল, জলমধ্যস্থ যে কোনও স্থানে জলেব উৰ্ধ্বচাপ ও নিম্নচাপ সমান থাকে। জলেব ত্রায় অত্যাৱ তবলপদার্থও এইরূপ নিম্নচাপ, পার্শ্বচাপ ও উৰ্ধ্বচাপ দেয়।

একটি ছইমুখ খোলা সৰু কাচের নলেক একমুখ, পাতলা ববাবেব বেলুনের নলের মধ্যে ঢুকাইয়া ববাব নলটি কাচ নলের উপর উত্তমরূপে স্থতা দিয়া বাঁধ, যেন কাচ নলের ভিতৰ দিয়া বেলুনের মধ্যে জল ঢালিলে সে জল ঐস্থান দিয়া বাহিৰ হইতে না পাবে। পবে কিছু বঙিন জল কাচনল মধ্য দিয়া বেলুনের ভিতৰ ঢাল যেন সমস্ত বেলুন পূৰ্ণ হইয়া ঐ বঙিন জল কাচনলের মধ্যেও কিছু উঠিয়া থাকে। এমতাবস্থায় যদি কাচনলটি ধৰিয়া বেলুনটিকে জলে ডুবান যায় তবে দেখা যায় বেলুনটি যত অধিকজলে ডুবান যাইবে ইহাব মধ্যস্থ বঙিন জল ততই কাচনলে উপবে উঠিতে থাকিবে। তাহা হইলে বুঝা যায় যত জলের গভীরতা বাড়িবে ততই ইহাব চাপ অধিক হইবে।



২৮নং চিত্র—জলের গভীরতা বৃদ্ধির সহিত চাপ বৃদ্ধি

তবল 'ও বায়ব্য পদার্থের স্থাব একটি ধর্ম' এই যে উদাহরণে যে কোনও এক স্থানে



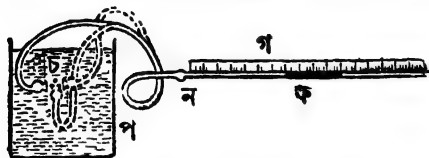
২৯নং চিত্র—জলের সর্বদিকে চাপ

চাপ দিলে, সেই চাপ সকল দিকে সমান ভাবে চালিত হয়। ইহাকে **পাস্কাল** সাহেবের নিয়ম বলে। পার্শ্বস্থ চিত্রে ববাবেব বলটির গায়ে একটি বড় ও অল্প কতকগুলি ক্ষুদ্র ছিদ্র আছে।

বলটিকে টিপিয়া উহাব ভিতৰেব বায় বাহিৰ কৰিয়া দিয়া জলের ভিতৰ ডুৰাইয়া ধব। হাতেব চাপ সবাইয়া লইলে জল বলেব ভিতৰ প্রবেশ কৰিবে। জলপূৰ্ণ বলটি জল হইতে বাহিৰ কব। পবে বড় ছিদ্রটি আঙ্গুল দিয়া বন্ধ কৰিয়া বলেব উপৰ চাপ দিলে জল বিভিন্ন ছিদ্র পথে চাৰিদিকেই সমান জোৰে ছিটকাইয়া পড়িবে।

৩০ নং চিত্রে প্রদর্শিত যন্ত্র সাহায্যে প্রমাণ করা যাইতে পারে জলের ভিতৰ কোন স্থানের নিম্নচাপ যত, উর্ধ্ব বা পার্শ্বচাপ ঠিক তত। গ একটি মাপিবাব

গজ . ইহাব গায়ে একটি ববাবেব নল ন সংযুক্ত একটি কাচ নল ভূ-সমাকুলবাল কবিয়া বাণা হইয়াছে। ববাবেব নলেব এক প্রান্তে শুষিয়া কাচেব নলেব ভিতর এক ফোঁটা কালি লওয়া হইয়াছে। মনে কবা যাউক ফ ইহাব অবস্থান নির্দেশ



৩০নং চিত্র—তবল পদার্থে একস্থানের সকল
বকম চাপ সমান

কবিতেছে। ববাবেব
নলেব অপব প্রান্তে একটি
কাচেব ফানেলেব ডাঁটি
প্রবেশ কবাইয়া ফানেলেব
মুখ পাতলা ববাব দিশা
উত্তমরূপে বাধা হইয়াছে,
যেন ইহাব ভিতর জল

প্রবেশ কবিতেনা পাবে। একপ অবস্থায় দানেলটি প পাত্রেব জল
মধ্যে যে কোন স্থানে, মান কব চতে আছে। ঠিক চ বিন্দুতে দানেলের
মুখেব কেন্দ্র বাগিয়া দানেলকে উপুড় বব, দক্ষিণে, বামে, যে দিকে ইচ্ছা ঘুবাও
কাচনলে কালিব অবস্থান ঠিক থাকিবে। কিন্তু দানেলটি আবও নিচে নামাইলে
বা উপবে তুলিলে দেখা বাইবে কালিবু ফোঁটা কাচনলেব বথাক্রমে বাহিবেব
দিকে বা ভিতবেব দিকে যাইতে চেষ্টা কবিবে।

জল এবং বায়ুব ধর্মের উপর নির্ভর করিয়া বহু আশ্চর্যজনক এবং বৌতুক
জনক যন্ত্রের আবিষ্কার হইয়াছে। তাগাদের কয়েকটির সংক্ষিপ্ত পরিচয় এখানে
দেওয়া হইল।

দাউন্টেন পেনের কালিতোলা যন্ত্র (Dropper) :—উহাব ববাবটি
টিপিলে ভিতর হইতে কিছু বায়ু বাহিবে চলিয়া আসে। এই অবস্থায় ইহাব
মুখটি কালিতে ডুবাইয়া ববাব আল্গা কবিয়া দিলে যন্ত্রেব ভিতবেব অল্প বায়ু
ছড়াইয়া পড়ে, কাজেই ভিতবে বায়ুব চাপ কমিয়া যায়। কিন্তু কালিব পাত্রেব
উপব বায়ুমণ্ডল সবদাই অধিক চাপ দিতে থাকে—সেই চাপে পাত্র হইতে কালি
যন্ত্রেব মধ্যে চলিয়া যায়। এইবাব সমস্ত যন্ত্রটি বাহিবে আনিয়া (যেন ববাবে

চাপ (পাউন্ডে) উহার মুখটি ফাউন্টেন পেনেব খোলেব ভিতব বাখিষা ববাবটি টিপিষা দিলে চাপে ভিতবেব কালি ফাউন্টেন পেনেব খোলেব মধ্যে চলিষা যায়।

এখন তোমরা নিশ্চয় বুঝিতে পারিবে একটি বাটি বা গেলান মুখে লাগাইষা মুখ দিষা ইহাদেব ভিতব হইতে বায়ু শুষিষা লইলে কেন ঐগুলি আমাদের মুখে আটকাইয়া যায়। একটি ফাঁপা চাবিকাটি কিংবা হোমিওপ্যাথিক ঔষধেব ছোট শিশিও এইরূপে জিহ্বাষ কিংবা ঠোটে আটকান যায়।

যাদু বোতল (Magic Bottle)—প্রথম প্রকাব :—একটি সৰু মুখ ও সচ্ছিদ্রতলা বিশিষ্ট পাত্রে জল লইয়া মুখটি আঙ্গুল দিষা টিপিষা তুলিলে ইহা হইতে জল পড়িবে না। অথচ মুখেব আঙ্গুল ছাডিষা দিলে ঝৰণাব শ্রাষ ছিদ্র দিষা জল নিচে পড়িতে থাকিবে।



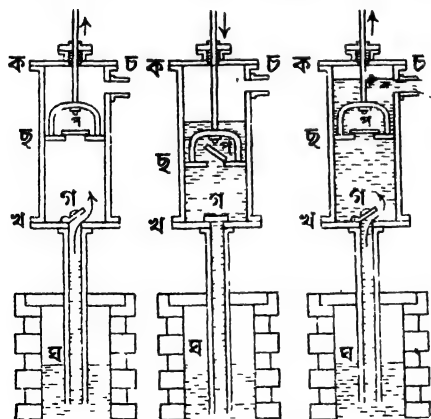
৩২নং চিত্র—যাদু বোতল,
দ্বিতীয় প্রকাব

দ্বিতীয় প্রকাব —উপর্যুক্ত বোতলেব শ্রাষ একটি পাত্রেব ভিতবে বিভিন্ন প্রকোষ্ঠ থাকে। প্রত্যেক প্রকোষ্ঠেব কিন্তু একটি মণ এবং তলাদশে একটি ছিদ্র থাকে। সৰল প্রবোষ্ঠগুলি মণ কিন্তু বোতলটিব মণে আসিষা মেৰিষাছে এবং তলাব ছিদ্রে একটি নল লাগাইষা বোতলেব গায়ে লাগান আছে এবং তাহাব মুখে একটি কবিয়া বোতাম আছে। বিভিন্ন বোতাম টিপিষা বিভিন্ন প্রকোষ্ঠেব তলাব ছিদ্র খুলিষা দিতে পাৰা যায়। এইরূপ বিভিন্ন প্রকোষ্ঠে চা, জল, সৰবং প্রভৃতি বিভিন্ন তৰল পদার্থ পূৰ্ণ কৰিষা উহাদেব প্রত্যেকটিব

তলা বন্ধ কৰিয়া উপুড় কৰিয়া ধৰিলে প্রকোষ্ঠগুলিৰ ভিতব হইতে তৰল পদার্থ-গুলি পড়িয়া যায় না। এমতাবস্থায় যদি পাশেব কোন একটি নির্দিষ্ট বোতাম

টোপা হয় তবে ঐ প্রকোষ্ঠে যে তবল পদার্থ থাকিবে তাহা পড়িয়া যাইবে। এইরূপে ইচ্ছামত চা, জল ও সববৎ ইত্যাদি পড়িতে পাবে। এইরূপ পাত্রের সাহায্যে গাছকব খেলা দেখাইয়া তোমাদের নিকট হইতে সময় সময় কত পয়সা আদায় কবে। তোমরা ইহাব কাণ জান না বলিয়া কতই আশ্চর্য্যামিত হও। এইরূপ ভ্রমতে কত আশ্চর্য্য ব্যাপাবেব কাণ তোমরা পুস্তক পাঠ করিলে জানিতে পাবিবে। 'Read and you will learn' এই ইংবাজী প্রবাদ বাক্যটি সর্বদা স্মরণ রাখিও।

পাম্প (Pump) :—নলরূপ হইতে জল তুলিবাব সময় তোমাদিগবে পাম্পেব হাতল টানিতে হয় বা চাকা ঘুরাইতে হয়, কিন্তু ঐরূপ করিলে কেন যে জল আসে এবং কিরূপে আসে তাহা তোমরা অনেকই জান না। চিত্রে দেখ কথং একটি পাম্পেব খোল (Cylinder)। ইহাব ভিতবে ছ একটি বায়ুপথ বন্ধকরী পিষ্টন দণ্ড উঠা-নামা কবে। খোলটিব তলদেশে নলদ্বারা কোন কপ বা নিয়ন্ত্র কোন জল ভাণ্ডাবেব সজিত সংযুক্ত। উক্ত খোলেব তলদেশে



৩৩নং চিত্র—পাম্প

ও নলের উপবে গ একটি কপাটিকা (Valve) এবং পিষ্টনদণ্ডটিব সহিত সংযুক্ত প একটি বপাটিকা। চ ইহাব পাশস্থ নল—এই পথে জল বাহিব হয়। দুইটি কপাটিকাব পাংক্য এই যে যখন পিষ্টন দণ্ডটি নিচে নামিতে থাকে তখন প কপাটিকা খুলিয়া যাব ও জল চলাচলেব পথ

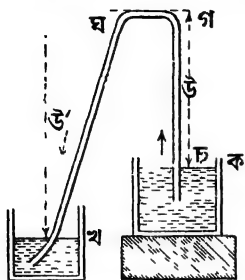
পরিষ্কার করিয়া দেয় অথচ গ কপাটিকা বন্ধ হইয়া জলপথ রোধ কবে, আবার

যখন পিষ্টন দণ্ডটি উপবে উঠে তখন গা থুলিয়া যায় অথচ প বন্ধ হইয়া যায়। মনে কব প্রথম অবস্থায় পিষ্টন দণ্ডটি উপবদিকে টানা হইল। তখন প বন্ধ হইয়া বাওয়ায় খোলটিব প্রায়-বায়ু-শূন্য অংশ বুদ্ধি পাইতে থাকে। স্রুতবাং ইহাব ভিতবে বায়ব চাপ কম হওয়ায় খোলা কপাটিকা অতিক্রম কবিয়া নিচেব জল উপবে উঠিতে থাকে। এইবাব যদি পিষ্টন দণ্ডটি নামিতে থাকে তবে গা বন্ধ হইয়া যায় এবং প থুলিয়া যায়। কাজেই খোলেব ভিতব যতটুকু জল প্রবেশ কবিয়াছিল তাহা সমস্তই প অতিক্রম কবিয়া খোলেব উপবদিকে উঠিতে থাকে। এইবাব পিষ্টন দণ্ডটি উঠাইলে পুনৰায় নিচেব নলেব জল উপবে উঠিতে থাকিবে এবং পূর্বে উত্তোলিত খোলেব জল চ পথ দিয়া বাহিবে আসিতে থাকিবে। এইরূপ ক্রমাগত পিষ্টন দণ্ডেব উঠা-নামাব বলে আমবা চ পথ দিয়া ক্রমাগত জল পাইয়া থাকি।

ফুটবল ফ্লাইবাব জনা যে পাম্প ব্যবহাব কব তাহাতে বায়ু মণ্ডলেব বায়ু লইয়া ফুটবলেব ব্লাডাবেব ভিতব পোবা হয়। উপবোক্ত ক্ষেত্রে জল টানা হয়, এক্ষেত্রে বায়ু চেলিয়া দেওয়া হয়। কপাটিকাৰ অবস্থান অনুসাবে পাম্পেব সাহায্যে কোন পাত্র হইতে তবল পদার্থ বা বায়বীয় পদার্থ যেমন টানিয়া বাহিৰ কবা বায় তেমনই ইহাদেব সাহায্যে একটি নিদিষ্ট পাত্রেব তল বা বায়বীয় পদার্থ ভৰাও যায়। ফাগ গেলিবাব সময় যে পিচকানি ব্যবহাব কব তাহাও এক প্রকাৰ পাম্প।

সাইফোন (Syphon) :—কোন একটি পাত্র হইতে অপব পাত্রে কোন তবল পদার্থ ঢালাঢালি কবিবাব সময় যদি ঢালাঢালি কবা সম্ভব না হয় অথবা পাত্রস্থ তবল পদার্থেব সবত্ব আন্দোলন কবা ক্ষতিজনক হয় তবে এই বস্তু ব্যবহাব কবিয়া তবল পদার্থটি পাত্রাস্তব কবিতৈ পাৰা যায়। তই মুখ খোলা একটি নলকে বাঁকাইয়া এই বস্তু প্রস্তুত কবা হয় যেন একটি বাহু অপব বাহু হইতে দীর্ঘতব হয়। যে পাত্রেব তবল পদার্থ অন্য পাত্রে চালিত কবিতৈ হয় সেই পাত্রে ছোট বাহু এবং যে পাত্রে তবল পদার্থ চালিত কবিতৈ হইবে সেই পাত্রে অপব বাহু

বাধিতে হয়, কিন্তু তৎপূর্বেই সাইফোনটি উক্ত তবল পদার্থে পূর্ণ কঁবিয়া



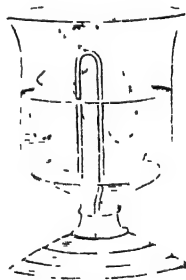
৩৪নং চিত্র—সাইফোন

খ পাত্রের জলতল নিচে আছে। চগা দ্রব্য যদি উ দ্বারা নির্দিষ্ট হয় তবে যতক্ষণ উ, উএব চেয়ে বড় থাকিবে ততক্ষণ জল চলাচল সম্ভব হইবে।

ট্যান্টালাসের বাটি (Tantalus' Cup) :—ইহা সাইফোনের কপাস্তব

বলিলেও চলে। চিত্রে একটি ট্যান্টালাসের বাটি

দেখান হইল। একটি কাচের ফাঁপা নল বাকারইয়া একটি বাহু ভিতবেব দিকে তলার আনাঠ্য এবং ঐ নলের অপব প্রান্ত বাটির তলার একটি ফুটা দিয়া বাহিব হইয়া যায়। কিন্তু যে ফুটা দিয়া নলটি বাহিব হইয়া যায় সেই ফুটাটি বিশেষরূপে বন্ধ করিয়া দেওয়া হয় যেন বাটির জল এই ফুটা দিয়া বাহিব হইয়া যাইতে না পারে। এখন বাটিতে জল ঢালিলে দেখা

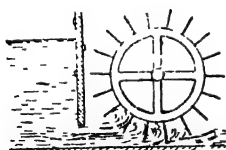


যায় যতক্ষণ নলের উপব অংশ পর্যন্ত ডুবিয়া না ৩৫নং চিত্র—ট্যান্টালাসের বাটি যায় ততক্ষণ বাটি হইতে জল কোথাও যায় না, কিন্তু যেই উপব পর্যন্ত জল উঠে, তমনি বাকার নল দিয়া বাটির জল বাহিব হইয়া যাইতে থাকে। যদি বাটিতে নূতন কবিয়া জল না ঢালা হয় তবে যতক্ষণ বাটির ভিতব জল তলের সহিত বাটির ভিতবেব নলের প্রান্তের যোগ ছিন্ন না হয় ততক্ষণ বাটির প্রায়

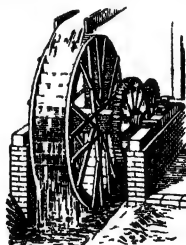
সমস্ত জলই এইরূপে বাহিব হইয়া যায়। বাটিটিকে কৌতুকাবহ কবিবাব জন্য ভিতবেব নলটির চাবিদিক্‌র ঘেবিয়া একটি মানুষেব মূর্তি প্রস্তুত কবা হয়, মূর্তিটি বাজা ট্যান্টালাসেব মূর্তি বলিয়া কল্পিত হয়। এই উপায়েই বড বড সহবেব সাধাবণ পাথখানাগুলি জল দ্বাবা আপনা আপনি মাঝে মাঝে ধোত হইয়া যাইতে দেখা যায়।

জলেব শক্তি অশ্ববিসীম। সেই শক্তিবলে জল পবতশীর্ষ হইতে অজস্র ধাবায় পাগলেব মত সাগবে ছুটিয়া আসে। সে অমিত ভোজ্য কত বিশাল প্রস্তুতবগু চূর্ণ বিচূর্ণ হইয়া বালুকণায় পবিণত হয়। মানুষ কিন্ত প্রকৃতিব সে ছাবা শক্তিকেও পবাজিত কবিয়া আপনাব কাজে লাগাইয়াছে। জলচক্র তাহাব একটি উদাহরণ। ৩৬ নং চিত্রে দুইটি জলচক্র (Water mill) দেখান হইল। জলধাবা ছুটিয়া চলিয়া বাইনাব সময় বড বড চাকাব পাগায় ধাক্কা দিয়া উহাদিগকে ঘুবাইয়া দেয়, ফলে ঐ চাকাব সতিত অন্য চাকাব যোগ কবিয়া মানুষ বড বড কাবখানা চালায়।

(ক) চিত্রে দেখ শক্ত দেওয়াল দিয়া একটি বৃহৎ জলাশয়েব জল আটকাইয়া বাখা হইয়াছে। ঐ দেওয়ালেব তলায় পানিকটা ফাঁক আছে। ঐ পথ দিয়া জল বাহিবে আসে। এই পথেব সম্মুখেই কাবখানাব একটি বৃহৎ পাখাওয়ালা



৩৬নং চিত্র—(ক) জলচক্র



৩৬নং চিত্র—(খ) জলচক্র

চাকা থাকে। এই চাকাটির পাখায় ধাক্কা লাগিলে ইহা ইহাব ধূবাব (Axe) চাবিদিকে ঘুবিতে পাবে। প্রাচীণ দিয়া আটকান জলেব গভীরতা যত অধিক

হইবে নিচেৰ পথ দিয়া জল তত অধিক জোৰে বহিৰ্গত হইয়া চাকাৰ পাখাৰ ধাক্কা মাৰে . ফলে চাকাটি ঘূৰিতে থাকে । চাকায় ধাক্কা দিয়া জলেৰ অপব দিকে অল্প নিম্নস্থানে গড়াইয়া যাইবাব বন্দোবস্ত আছে ।

(খ) চিত্ৰে দেখ জলপ্ৰপাত দ্বাৰা বৃহৎ চাকাটি কেমন ঘূৰান হয় । কোন একটি উচ্চ স্থান হইতে জল যখন পড়ে তখন তাহা সাহাতে ইতস্তত বিক্ষিপ্ত না হইয়া ঠিক চাকাৰ পাখাৰ উপৰ পড়ে তাহাৰ জন্ত জলেৰ পথ বাধিয়া ঠিক তাহাৰ নিচেই চাকাৰ পাখাগুলি সাহাতে ঘূৰিতে পাবে তাহাৰ ব্যবস্থা কৰা হয় । এস্থলে জলপ্ৰপাতেৰ জোৰ যত অধিক হয় চাকাটি সেইকপ অধিক শক্তিতে ঘূৰিতে থাকে ।

কঠিন ও তৰল পদাৰ্থেৰ ঘনত্ব

সমায়তনবিশিষ্ট একটি লৌহখণ্ড ও একটি কাঠখণ্ড তাতে কবিলে বুঝা যাইবে যে, লৌহ কাঠ অপেক্ষা অনেক ভাৰী । এইজন্ত আমবা লৌহকে কান্ধ অপেক্ষা



৩৭নং চিত্ৰ

বিভিন্ন তৰল পদাৰ্থেৰ
গুৰুত্ব হিসাবে অবস্থান

ঘন বা গুৰু বলি । একটি বাটি জলপূৰ্ণ কবিলে তাহাৰ যত ওজন হয়, বাটিটি পান্দপূৰ্ণ কবিলে তাহাৰ ওজন তদপেক্ষা অনেক বেশী হইবে . আবার ঐ বাটিটি তৈলপূৰ্ণ কবিলে তাহাৰ ওজন জলপূৰ্ণ বাটিৰ ওজন অপেক্ষা কম হইবে । এই কাৰণে পান্দ জল অপেক্ষা এবং জল, তৈল অপেক্ষা ঘন । এইজন্তই তৈল জলেৰ উপৰ ভাসে । এক সঙ্গে একটি পাত্ৰে পান্দ, জল তৈল এবং স্পিৰিট নাথিয়া দিলে ভাৰী জিনিষগুলি নিচে এবং হালকা জিনিষগুলি কিকপে উপৰে ভাসিতে থাকে দেখ । সৰ্বনিম্নে পান্দ, পৰে জল, তাহাৰ পৰে তৈল এবং সৰ্ব উপৰে স্পিৰিট ভাসিতে থাকে । বস্তুৰ ঘনত্ব (Density) তাহাৰ এক ঘন ইঞ্চ বা এক

ঘন কুট আয়তনের ওজনের দ্বারা সূচিত হয়। সূত্রবাং কোনও বস্তুর ওজন ও ঘনফল জানা থাকিলে তাহার ঘনত্ব বাহিব করা যায়, যথা—

$$\text{বস্তুর ঘনত্ব} = \frac{\text{তাঁহার ওজন}}{\text{তাঁহার ঘনফল}}$$

ওজন ও ঘনফলে যে যে একক ব্যবহৃত হয়, ঘনত্ব প্রকাশ করিবার সময় তাহা স্পষ্ট করিয়া উল্লেখ করিতে হয়, যথা—জলের ঘনত্ব প্রতি ঘন ফুটে ৬২ ৫ পাউণ্ড।

সাধারণত, কঠিন বা তরল পদার্থের ঘনত্ব জলের ঘনত্বের সহিত তুলনা করা হয়। কোনও বস্তু তাহার সমানতন জল অপেক্ষা কত গুণ ভারী, তাহা যে সংখ্যা দ্বারা প্রকাশিত হয়, তাহাকে ঐ বস্তুর **আপেক্ষিক গুরুত্ব** (Specific gravity) বলে। স্বর্ণের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১৯.৩, লৌহের ৭.৮ এবং কপাৰ ১০.৫ ইত্যাদি।

তরল পদার্থের আপেক্ষিক ঘনত্ব নিম্নলিখিত উপায়ে সহজেই নির্ণয় করিতে পাওয়া যায়। ধৰ, সৰিষাব তৈলের আপেক্ষিক ঘনত্ব বাহিব করিতে হইবে। একটি খালি বোতল লইয়া তুলান্দণ্ডের সাহায্যে তাহার ওজন বাহিব কর। পরে ইহাকে জলপূর্ণ করিয়া ওজন কর। বোতলের জল ফেলিয়া দিয়া উহাকে সৰিষাব তৈল দিয়া পূর্ণ কর এবং উহার ওজন বাহিব কর। ইহা হইতে বোতলটিকে পূর্ণ করিতে যে জল বা তৈল লাগিয়াছে, তাহাদের ওজন স্থির কর। ধৰ,

খালি বোতলের ওজন	= ক
জলপূর্ণ „ „	= খ
তৈলপূর্ণ „ „	= গ
অতএব বোতলের জলের ওজন	= খ—ক
এবং „ তৈলের „	= গ—ক
∴ তৈলের আপেক্ষিক গুরুত্ব	= $\frac{\text{গ—ক}}{\text{খ—ক}}$

এইকপে দেখা গিয়াছে, পান্থদেব আপেক্ষিক গুণক ১৩৫, তেলেব^১ ০.৯ এবং সমুদ্রজলেব ১.০২ ইত্যাদি। সমুদ্রজলে লবণ মিশ্ৰিত থাকায় উহা বিগুন্ধ জল অপেক্ষা গুণক বা ভাবী। মকসাগৰ নামক হ্ৰদে লবণেব পৰিমাণ অধিক বলিয়া উহাৰ জল সমুদ্রজল অপেক্ষাও গুণক।

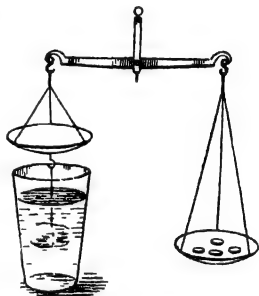
কঠিন পদাৰ্থেব আপেক্ষিক গুণক আৰ্কিমিডিসেব নিষগানুসাৰে স্থিৰ কৰিতে পাৰা যায়, তাহা তোমাৰিগকে পৰে বলিতেছি।

কঠিন ও তৰল সকল পদাৰ্থই উষ্ণ হইলে আয়তনে বৰ্দ্ধিত হয়, কিন্তু ওজনেব কোন পৰিবৰ্তন হয় না বলিয়া ইহাদেব ঘনত্ব কমিয়া যায়। তবে ছুই একটা ক্ষেত্ৰে ইহাৰও ব্যতিক্ৰম দেখা যায়। জলে ০° সেণ্টিগ্ৰেড্ হইতে ৭° সেণ্টিগ্ৰেড্ পৰ্যন্ত তাপ প্ৰয়োগ কৰিলে দেখা যায়, ইহাৰ আয়তন না বাঢ়িয়া কমিয়া যায়, স্তবতাং ঘনত্ব বাঢ়িয়া যায়। তবে ৭° সেণ্টিগ্ৰেডেব পৰ জলেব ঘনত্ব অত্যাৱ বস্তবই মত উষ্ণতাৰুদ্ধিৰ সঙ্গে সঙ্গে কমিতে থাকে। এইজন্ত ৪° সেণ্টিগ্ৰেড্ উষ্ণতাৰ জল সৰ্বাপেক্ষা ঘন। ফলে, শীতপ্ৰধান দেশে সমুদ্রজলেব উপৰিতল ০° সেণ্টিগ্ৰেড্ হইলেও নিচেব জল ৪° সেণ্টিগ্ৰেড্ থাকায় অপেক্ষাকৃত উষ্ণ থাকে। এই জন্ত বৰফ জলে ভাসে।^২

তৰল পদাৰ্থেব প্লাবিতা ও আৰ্কিমিডিসেৰ সিদ্ধান্ত

একটি জলপূৰ্ণ ঘড়া জলেব ভিতৰ অতি সহজেই নাডাচাডা কৰিতে পাৰা যায়, কিন্তু জল হইতে বাহিৰ কৰিলেই উহা বেগ ভাবী বোধ হয়। পুষ্কৰিণী বা নদীৰ জলে স্নান কৰিবাব সময় তোমৰা হস্তত লক্ষ্য কৰিয়াছ যে, তোমাদেব শৰীৰ জলেব ভিতৰ যেন হাল্কা বলিয়া বোধ হয়। কোনও বস্তু জলে ডুৱাইলে তাহাৰ ভাব কমে। এক টুকুৰা লোহাৰ ওজন তুলাদণ্ডেব সাহায্যে বাহিৰ কৰ। পৰে উহাকে স্তাতায় বাধিয়া জলে ডুৱাইয়া ঐ অবস্তায় উহাৰ ওজন বাহিৰ কৰিলে দেখা যায় যে, জলেব ভিতৰ তাহাৰ ওজন কমিয়া গিয়াছে। এই

ওজন কিম্বা বাব কাবণ কি ? জলের ঊর্ধ্বচাপ ও নিম্নচাপের কথা তোমরা পূর্বেই শুনিয়াছ। এই লোহা টুকরাটির উপরতলে জলের নিম্নচাপ তাহাকে নিচে নামাইতে চায় এবং উহা নিচে তলে জলের ঊর্ধ্বচাপ উহাকে উপর দিকে সৈলিয়া দেয়। কিন্তু কোন তলেব উপর জলচাপের পরিমাণ, ঐ স্থানে জলের গভীরতাব উপর নির্ভব কবে। সেইজন্য লোহাটির তলায় ঊর্ধ্বচাপ উহা উপর নিম্নচাপ অপেক্ষা অধিক। এই ঊর্ধ্বচাপ হইতে নিম্নচাপ বাদ দিলে যে পরিমাণ ঊর্ধ্বচাপ অবশিষ্ট থাকে, তাহাকে **ঊর্ধ্বচাপাবশেষ** (Resultant upward thrust) বলে, এবং ইহাই নিমজ্জিত বস্তুকে উপরদিকে সৈলে এবং তাহাৰ ভাব কমাইয়া দেয়। তরল পদার্থেব এই ধর্মকে উহাৰ **প্লাবিতা** (Buoyancy) নাম দেওয়া যাইতে পারে।



৩৮নং চিত্র - নিমজ্জমান বস্তুর ওজন হ্রাস

নিমজ্জিত বস্তুর উপর জলের ঊর্ধ্বচাপাবশেষ কত, তাহা পরীক্ষা দ্বাৰা নির্ণয় কৰা যাইতে পারে। একখণ্ড লোহাকে তুলাদণ্ডে ওজন কৰিয়া তাহা লিখিয়া রাখ। লৌহ খণ্ডটিকে একটি স্থাবর দ্বাৰা ঝুলাইয়া জলের মধ্যে ডুবাই এবং এই অবস্থায় তাহাৰ ওজনও লিখিয়া লও (৩৯নং চিত্র)।

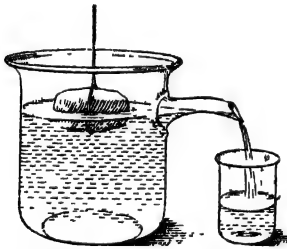


৩৯নং চিত্র - নিমজ্জমান বস্তুর জলাপসারণ

ওজন পূৰ্ব ওজন অপেক্ষা বত কম হইল, তাহা বাহিব কব। এইবার একটি গালাব উপর একটি জলপূৰ্ণ বাটি বাখিয়া উহাতে লৌহখণ্ডটি ডুবাইয়া দাও। লৌহখণ্ডেব সমান আয়তনেব জল উপ্চাইয়া থালাব উপর পড়িবে (৩৯নং চিত্র)। এই জলটুকুৰ ওজন বাহিব কবিলে দেখা যাইবে যে, ইহা জলে নিমজ্জিত হওয়াৰ লৌহখণ্ডেব যে

ওজনব হ্রাস হইয়াছিল, ঠিক তাহাব সমান। অতএব কোনও দ্রব্যকে জলে ডুবাইলে তাহা যে পবিমাণ জল সরাইয়া দেয়, সেই জলের যত ওজন, পদার্থটির নিমজ্জমান অবস্থাব ওজন ঠিক তত কম হয়। এই সত্যটিকে আর্কিমিডিসের নিয়ম বা সিদ্ধান্ত (Archimede's principle) বলে। আর্কিমিডিসের সিদ্ধান্ত আবও সুস্পষ্টরূপে প্রমাণ করিতে হইলে নিম্ন লিখিত পৰীক্ষাটি করা যাইতে পারে।

প্রথমে একটি সূক্ষ্ম তুলাদণ্ডে একখণ্ড পাথর স্থায় বাধিয়া ওজন কর। পরে ইহাকে ঐ স্থাব দ্বারা তুলাদণ্ডেব একটি বাহুতে ঝালাইয়া জলে ডুবাইয়া ওজন কর। দেখিবে পূর্বাপেক্ষা এইবার ওজন কমিয়া গিয়াছে। যে পবিমাণ ওজন কমিয়াছে তাহা লিখিয়া রাখ। এইবার একটি বাচের পাত্র ঐ তুলাদণ্ডে ওজন কর। পরে চিত্রে যেমন গা-নলওয়ালা একটি পাত্র দেখান হইয়াছে ঐকপ একটি পাত্রে জল ঢালিয়া দাও। দেখিবে যতই জল ঢাল না কেন



৪০নং চিত্র—আর্কিমিডিসের সিদ্ধান্ত

পাত্রটি ভর্তি হইবে না, পাশেব নল দিয়া ইহাব জল বাহির হইয়া যাইবে। ঐকপে থানিকক্ষণ জল বাহির হইয়া গেলে যদি আবার জল না ঢালা হয় তবে আপন আপনি ইহা হইতে জল পড়া বন্ধ হইবে। ঠিক এই সময় পাত্রটিতে জল গলায় গলায় ভর্তি থাকিবে, একটু

মাত্র নাড়িলে বা অতি ক্ষুদ্র একটি কোন বস্তু ইহাতে ফেলিয়া দিলেও ইহা হইতে জল বাহির হইয়া যাইবে। এইবার কাচ পাত্রটি ইহাব গা-নলটির নিচে বসাইয়া পাথর খণ্ডটি স্থানান্তরিত। অতি সাবধানে আস্ত আস্তে পাত্রটির ভিতরে ডুবাইয়া ধব। তাহা হইলে পাথর খণ্ডটির আয়তন মত জল উপচাইয়া বাহির হইয়া পাত্রটিতে জমিবে। এখন যদি এই জল সমেত পাত্রটি ওজন

কবা যায তবে দেখা যাইবে পাত্রটিব ওজন বৃদ্ধি এবং নিমজ্জমান অবস্থায় প্রস্তুত খণ্ডটিব ওজন হ্রাস, সমান।

উপবোক্ত নিয়মটির সম্বন্ধে একটি কিস্তদন্তী শোনা যায়। সাযবাকিউজের রাজা হিবো এক স্বর্ণকাবের দ্বারা একটি মুকুট প্রস্তুত কবান। সুন্দর বাককার্য-খচিত মুকুটটি দেখিয়া রাজা অত্যন্ত সন্তুষ্ট হইলেন, কিন্তু তাঁহার মনে সন্দেহ হইল যে মুকুটটি বিশুদ্ধ স্বর্ণ হইতে প্রস্তুত হইয়াছে কিংবা উহাতে কিছু খাদ মিশ্রিত আছে। তিনি দেখিলেন যে প্রদত্ত স্বর্ণের ওজন ও মুকুটটির ওজন এক। মুকুট ভাঙ্গিয়া স্বর্ণের বিশুদ্ধতা পরীক্ষা করিবাব উপায় নাই। তখনকার বিখ্যাত



৪১নং চিত্র—আকিমিডিস

বৈজ্ঞানিক আকিমিডিসকে ডাকিয়া রাজা তাঁহার উপর এই বিষয়ে মীমাংসার ভাব দিলেন। প্রথম কষেবদিন আকিমিডিস কোনও উপায় স্থির কবিতে না পাবিয়া মহাচিন্তায় পড়িলেন। একদিন চৌবাচ্চায় স্নান কবিতে যাইয়া দেখিলেন যে, চৌবাচ্চাটি কাণায় কাণায় জলপূর্ণ। তিনি চিন্তিত মনে জলে অবগাহন কবিরামাত্র লক্ষ্য কবিলেন যে, চৌবাচ্চা হইতে জল উপ্‌ছাইয়া পড়িল এবং তাঁহার

শরীরও কিছু লঘু বোধ হইল। তিনি বুঝিলেন যে তাঁহার শরীর জলে নিমজ্জিত হওয়ায় সমস্তাতন জল স্থানান্তরিত হইল। তিনি সিদ্ধান্ত কবিলেন যে মুকুটের ঘনফলও এইরূপে বাহির কবা যাইতে পাবে এবং মুকুটের ওজনপরিমিত বিশুদ্ধ স্বর্ণকে জলে ডুবাইলেও একই পরিমাণ জল উপ্‌ছাইয়া পড়া উচিত। এইরূপে সমস্ত সনাদানের উপায় পাইয়া আনন্দে আত্মহারা হইয়া তিনি চৌবাচ্চা হইতে

লাফাইয়া পড়িলেন এবং “পাইয়াছি পাইয়াছি” বলিতে বলিতে বাস্তাব্য দিকে ছুটিলেন।

আর্কিমিডিসেব সিদ্ধান্ত আৰও একটি উপায়ে প্রমাণ কৰা যাইতে পাবে। একটি গোল নিবেট ধাতব স্তম্ভক ও তাহাব খাপ (Cylinder and Bucket) এমনভাবে প্রস্তুত কৰা যায যে ধাতুদণ্ডেব আকাৰ ও আয়তন এবং খাপটিব খোলেব আকাৰ ও আয়তন একেবাবে অমূৰূপ এবং ধাতুদণ্ডটি খোলেব ভিতৰ ঠিক যাতায়ত কৰিতে পাবে মাত্র। প্রথমে ধাতুদণ্ডটি খোলেব ভিতৰ পুৰিয়া ছুইটিকে এক সঙ্গে ওজন কৰ। পৰে ধাতুদণ্ডটিকে জলে ডুবাইয়া এবং খোলটি জলেব উপৰ বাখিয়া পুনৰায় ওজন কৰ। দেখ কিছু ওজন কমিয়াছে। এইবাব আন্তে আন্তে খোলটি জলপূৰ্ণ কৰ। দেখ পূৰ্বেব ওজন ফিৰিয়া আসিয়াছে।

যে সকল কঠিন পদার্থ জলে ডুবে, তাহাদেব আপেক্ষিক গুরুত্ব অৰ্কিমিডিসেব নিয়ম দ্বাৰা অতি সহজই বাহিব কৰা যায়। একটি লৌহখণ্ড লইয়া নিমলিখিত উপায়ে ইহাব আপেক্ষিক ঘনত্ব বাহিব কৰঃ—

$$\text{মনে কৰ লৌহখণ্ডেব ওজন} = \text{ক}$$

$$\text{জলে নিমজ্জিত অবস্থায় উহাব ওজন} = \text{খ}$$

$$\therefore \text{জলে লৌহখণ্ডেব ওজন হ্রাস} = \text{ক} - \text{খ}$$

কিন্তু আর্কিমিডিসেব নিয়মানুসারে এই ওজন-হ্রাস, লৌহখণ্ডেব সমায়তন জলেব ওজনেব সমান। আবার—

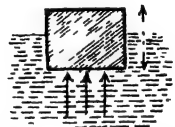
$$\text{বস্তুব আপেক্ষিক গুরুত্ব} = \frac{\text{উহাব ওজন}}{\text{উহাব সমায়তন জলেব ওজন}}$$

$$\text{অতএব লৌহেব আপেক্ষিক গুরুত্ব} = \frac{\text{ক}}{\text{ক} - \text{খ}}$$

ভাসা ও ডোবা—একটুকু বা লোহা জলে ফেলিয়া দিলে তাহা জলে ডুবিয়া যায় দেখিয়াছ। ইহাব কাৰণ, নিমজ্জিত অবস্থায় লৌহখণ্ডেব ভাব উহাকে নিচেব দিকে টানিতেছে এবং জলেব উদ্ভৰ্চাপাবশেষ ইহাকে উপৰেব দিকে

ঠেলে উঠেছে। আৰ্কিমিডিসেৰ সিদ্ধান্ত অনুসাবে এই উৰ্বৰাচাপাৰশেষ লৌহখণ্ডেৰ সমায়তন জলেৰ ওজনৰে সমান। আৰাব, লৌহ জল অপেক্ষা ঘন, অৰ্থাৎ লৌহখণ্ডেৰ ভাব তাহাৰ সমায়তন জলেৰ ভাৱ অপেক্ষা বেগী। অতএব উপৰেৰ দিকেৰ চাপ কাটাইয়া লৌহাৰ টুকুৰাটি জলে ডুবিয়া যায়। ঐকপ ইট, পাথৰ প্ৰভৃতি গুৰু জিনিষ জলে ছাড়িয়া দিলে ডুবিয়া যায়। অতএব যে জিনিষেৰ ওজন তাহাৰ সমায়তন জলেৰ ওজন অপেক্ষা অধিক, তাহা জলে ফেলিলেই ডুবিয়া যাইবে।

কিন্তু দেখ, একটুকুৰা কাঠ কিংবা সোলা জলে ফেলিলে উহা ভাসিতে থাকে। কাঠটাকে ধৰিয়া জলমধ্যে ডুৱাইলে ইহাৰ সমায়তন জল সৰিয়া যাইবে এবং উক্ত স্থানান্তৰিত জলেৰ ওজন পৰিমিত চাপ ইহাকে উপৰ দিকে ঠেলেবে কিন্তু কাঠেৰ ভাব এই উৰ্বৰাচাপ অপেক্ষা কম বলিয়া হাত ছাড়িয়া দিলেই কাঠটি উপৰে উঠিতে থাকে। অতএব যে সকল বস্তুৰ ভাব



৪২নং চিত্ৰ—ভাসা ও ডোবা

সমায়তন জলেৰ ভাব অপেক্ষা কম, তাহাৰ জলে ভাসে। আৰও দেখ, ভাসমান বস্তুৰ কতকংশ জলেৰ ভিতৰ থাকে (৪২নং চিত্ৰ)। ইহাতে স্পষ্ট বুঝা যায় যে, এই অবস্থায় যতটুকু জল সৰিয়া গিয়াছে, তাহাৰ ওজন ঐ ভাসমান বস্তুটিৰ ওজনেৰে সমান, অৰ্থাৎ যতটুকু অংশ জলেৰ ভিতৰে থাকিলে নিজেৰ ভাৰেৰে সমান জল অপসাবিত হয়, বস্তুটি তাহাৰ ঠিক ততটুকু অংশ ডুৱাইয়া ভাসিতে থাকে। এইজন্ত ভাসমান বস্তু জলে ইহাৰ যতটুকু ডুৱাইয়া ভাসে, জলাপেক্ষা লঘু তবল পদাৰ্থে তাহা অপেক্ষা বেগী অংশ ডুৱাইয়া ভাসিবে। এইকপ ভাসা ডোবা লইয়া তবল পদাৰ্থেৰ আপেক্ষিক গুৰুত্ব, **হাইড্ৰোমিটাৰ** (Hydrometer) নামক যন্ত্ৰ সাহায্যে অতি সহজেই নিৰ্ণয় কৰা যায়। চিত্ৰে হাইড্ৰোমিটাৰ দেখান হইল। সমস্ত যন্ত্ৰটি কাচনিৰ্মিত এবং প্ৰধানত তিনিটি অংশে বিভক্ত। নিচেৰ ফাঁপা গোলকটি পাবদপূৰ্ণ, পৰেৰ অংশ অপেক্ষাকৃত

মোট নল এবং উপর অংশ সৰু নল। পানির ভবিষ্যৎ যন্ত্রটিকে একপ ভাবী কুবা হয় যে জলে ছাড়িয়া দিলে ইহা প্রথম দুই অংশ এবং উপরে নলেরও



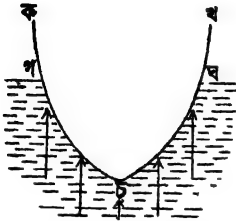
কিয়দংশ জলে ডুবিয়া থাকে। জল অপেক্ষা ভারি তবল পদার্থে ডুবাইলে কিছু কম অংশ ডুবে এবং জল অপেক্ষা লঘু তবল পদার্থে ডুবাইলে ইহা অধিকতর অংশ ডুবিয়া যায়। আপেক্ষিক গুরুত্ব জানা কয়েকটি তবল পদার্থে ইহা যতদূর পর্যন্ত ডুবিয়া যায় সেই সেই স্থানে সেইরূপ দাগ দেওয়া থাকে। একপে সমস্ত যন্ত্রটির দাগ কাটা থাকে। পরে ইহাকে আপেক্ষিক গুরুত্ব না জানা কোন তরল পদার্থে ডুবাইলে যে পর্যন্ত ডুবিয়া যায় সেখানকার দাগ দেখিয়া তবল পদার্থটির আপেক্ষিক গুরুত্ব জানা যায়। সুবিধার জন্য দুই খণ্ডি কি জল মিশ্রিত তাহা ঠিক করিবার নিমিত্ত হাইড্রোমিটারের এক

৪৩নং চিত্র—হাইড্রোমিটার নিশিষ্ট শ্রেণী ব্যবহৃত হয়, তাহা বা ল্যাক্টো-মিটার (Lactometer) নামে অভিহিত। বলা বাহুল্য ল্যাক্টোমিটার খাটি ছুঁকে যতটা ডুবে, জলমিশ্রিত ছুঁকে তদপেক্ষা অধিক ডুবিয়া যায়। সকল তবল পদার্থ সম্বন্ধেই এই মন্তব্য পাটে।

এইজন্ত এক তবল পদার্থে যে বস্তু ভাসে, অন্য তবল পদার্থে তাহা না ভাসিতেও পারে। লোহা জলে ডুবিয়া যায় কিন্তু পানিতে ভাসে। তেল জলে ভাসে, কিন্তু মেথিলেটেড্ স্পিরিটে ডুবিয়া যায় পূর্বে দেখিষাছ।

লোহা জল অপেক্ষা ভারী। তাহা হইলে লোহা জাহাজ জলে ভাসে কিরূপে? লোহার কড়া যে কারণে জলে ভাসে, জাহাজও ঠিক সেই কারণে জলে ভাসে। মনে কর, কচখ একটি লোহা খোল। (৪৭নং চিত্র)। খোলটি জলে ছাড়িয়া দিলে ইহা ভাবে জন্ত খোলটি যতই জলে নামিতে থাকিবে, ততই

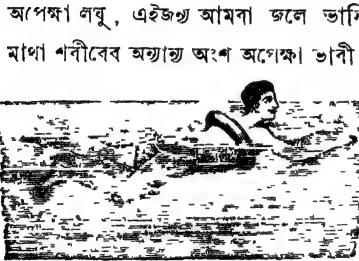
অধিক জল সবাইয়া দিবে এবং জলের উৎপ্লাবনীশক্তিও ততই প্রবল হইবে। যখন খোলটিব নিমজ্জিত অংশ দ্বাৰা অপসাবিত জলের ওজন খোলটিব



৪৪নং চিত্র--লোহাব জাহাজ জলে

ভাসিবার বাবণ

ওজনের সমান হইবে, তখন খোলটি আব নিচে নামিবে না এবং সেই অবস্থায় ভাসিতে থাকিবে। খোলটিব ভিতবে মাল বোঝাই করিলে উহা আব একটু ডুবিয়া উক্ত নিয়মানুসারে ভাসিতে থাকিবে। এখন জাহাজ কেন ভাসে তাহা তোমরা বুঝিতে পারিবে।



৪৫নং চিত্র--মানুষের সাঁতাব

আমাদের শরীর সম-পরিমাণ জল অপেক্ষা লঘু, এইজন্ত আমরা জলে ভাসিয়া থাকিতে পারি, কিন্তু আমাদের মাথা শরীরের অত্যন্ত অংশ অপেক্ষা ভারী বলিয়া ডুবিয়া যায়। শ্বাস-প্রশ্বাসের জন্ত মাথাটি জলের উপর রাখিবার অভ্যাস করিতে পারিলেই সন্তুৰণ শিক্ষা হয়। এই উদ্দেশ্যে প্রথম সন্তুৰণ শিক্ষাগীদিগের একটি খালি কলসী জলে উপড়ু কবিয়া তাহা

ধরিয়া সাঁতাব দেওয়া কিংবা লাইফ বেল্ট (Life-belt) ব্যবহার করা বিশেষ সুবিধাজনক। গক, ধোঁড়া, কুকুর ইত্যাদি প্রাণীর মাথা দেহের তুলনায় ভারী নয় বলিয়া তাহাদিগের সাঁতাব শিখিবার প্রয়োজন হয় না।

সংক্ষেপ :- জল বর্ণ, স্বাদ, গন্ধবিহীন স্বচ্ছ, তরল পদার্থ। ইহা সঙ্কোচন ও

কবাইতে পাবা যায় না। ইহাকে বিভিন্ন পাত্রে ঢালিয়া পাত্রগুলি যোগ করিয়া যাতায়াতেব ব্যবস্থা করিলে দেখা যায় সকল পাত্রের জলতল একই হইবে। জলতল হইতে গভীরতা যত অধিক হইবে ততই উর্ধ্ব, নিম্ন ও সকল দিকের চাপ বেশী হইবে। কোন বস্তুর ওজনকে তাহার ঘনত্ব দিয়া ভাগ করিয়া উহাৰ ঘনত্ব বাহিব করা হয়। কোন পদার্থ জল অপেক্ষা যতদুগুণ ভারী তাহাই তাহার আপেক্ষিক গুরুত্ব। জলাপেক্ষা ভারী জিনিষ জলে ডুবিয়া যায়, হালকা জিনিষ জলে ভাসে। আকিমিডিস স্থির করিয়াছেন ভাল ডুবাউলে পদার্থ যে পৰিমাণ জলাপসাবণ কবে সেই জলের ওজনের সমান পদার্থটিব ওজন কমিয়া যাউবে। এই সিদ্ধান্তেব উপর নির্ভব করিয়া হাইড্রোমিটার ও ল্যাক্টোমিটার নিৰ্মিত হইয়াছে। উর্ধ্বচাপ অপেক্ষা নিম্নচাপ কম হইলে পদার্থ সকল ভাসে। তাই লোহার খোলে প্রস্তুত জাহাজ জলে ভাসে।

তৃতীয় প্রশ্নমালা

১। জলের বর্মগুলি সৰ্বিত্তাব বর্ণনা কব। জলেব কোন ধর্মের উপর নির্ভব করিয়া সহরে জল সববরাহ করা হয়? (Describe in detail the properties of water. On which of its properties does the supply of water in a town depend?)

২। কোন কোন পরীক্ষায় জলেব পাথক্সপ্র, উর্ধ্বচাপ ও সর্বদিকে চাপ প্রমান কবিত্তে পাবা যায় লিখ। (By which experiments it can be proved that water exerts pressure upwards, downwards and on all directions.)

৩। শূন্য স্থান পূর্ণ কব :—জলেব উপরিতল হইতে যত নিচে নামা যাউবে জলেব উর্ধ্বচাপ তত—হইবে।

(Fill up the gaps. —The greater is the depth of water the—will be its upward pressure.)

৪। একটি পরীক্ষা নলেব তলার দিক জলে গুঁজিয়া ছাড়িয়া দিলে উহা লাফাইয়া উঠে কেন? একটি জলের বালুতি তলা নিচে কবিয়া সোজাভাবে জলে ডুবাউতে ঢেঁটা করিলে বাধা পাওয়া যায় কেন? (Why does a test tube leap up when it is pushed into water? Why resistance is experienced when a bucket is pushed into water with its bottom downwards?)

তরল পদার্থের প্লাবিতা ও আর্কিমিডিসের সিদ্ধান্ত ৫১

৬। পদার্থের ঘনত্ব ও আপেক্ষিক গুরুত্ব, ইহাদের মধ্যে প্রভেদ কি? তরল পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব কিক্রমে বাহির করা যায়? (What is the difference between the density and the specific gravity of a matter? How can the sp gravity of a liquid be determined?)

৭। উষ্ণতা বৃদ্ধি পাইলে জলের ঘনত্বের কি পরিবর্তন হয়? জলের এই গুণের ভ্রম মেরু-সমুদ্রের জীবগুলির কি সুবিধা হয় লিখ। (What is the effect of temp on the density of water? Explain how the behaviour of water in this regard helps marine animals in the Arctic seas) [কঃ বিঃ ১৯৪১]

৮। পিতলের আপেক্ষিক গুরুত্ব ৮.৫, এক বনফুট জলের ওজন ৬২.৫ পাউণ্ড। এক ঘন ইঞ্চি পিতলের ওজন কত? (The sp gr of brass is 8.5, a cubic ft of water weighs 62.5 lbs. How much is the weight of a cubic inch of brass?)

৯। একটি বোতলের ওজন ১০ চটাক, ইহাৰ ওজন, জলপূর্ণ করিলে ৮০ চটাক হয় ও গ্লিসারিন পূর্ণ করিলে ১০০ চটাক হয়। গ্লিসারিনের আপেক্ষিক ঘনত্ব বাহির কর। (The wt of a bottle is 10 chataks, when it is filled with water it weighs 80 ch and when it is filled with glycerine it weighs 100 ch. Find the sp gr of glycerine)

১০। একটি ঘটিতে আড়াই সের জল ধরে। ৯ ঘটিতে কতটা দুধ বসিবে? দুধের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১.০৩, (A pot can hold 2½ srs of water. How much milk can it hold? The sp gr of milk is 1.03)

১১। পদার্থ যত ঠাণ্ডা হয় তত ঘন ও ভারী হয়। জল কখন এ নিয়ম লঙ্ঘন করে উদাহরণ লিখা বুঝাইয়া দাও। (When a substance is cooled it becomes dense and heavy. When is there an exception to this in case of water?)

১২। তরল পদার্থের চাপ সৰ্ব্বত্র আর্কিমিডিস্ কি তথ্য আবিষ্কার করিয়াছেন? (State the principle of Archimedes)

একতাল স্বর্ণে কিছু বৌদ্রা মিশ্রিত আছে। তালটির বায়ুতে ওজন ৪০ গ্রাম ও জলে ওজন ৩৭ গ্রাম। তালটিতে কতটুকু স্বর্ণ আছে বাহির কর। স্বর্ণের ও বৌদ্রার আপেক্ষিক গুরুত্ব যথাক্রমে ১৯.৩ ও ১০.৫। (A lump of gold contains some silver. The lump

weighs 40 gms in air and 37 gms in water. How much gold is there in the lump? The sp. gravities of gold and silver are 19.3 and 10.5 respectively.)

১২। কোন কোন পদার্থ জলে ভাসে কেন আবার কোন কোন পদার্থ জলে ডুবিয়া যায় কেন? (Why do some bodies float on water and some sink in it?)

১৩। লোহা জলাপেক্ষ ভারী হইলেও লোহার জাহাজ জলে ভাসে কেন? কারণ বুঝাইবার জন্য একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর। Why does a ship made of iron float on water, though iron is heavier than water? Describe an experiment to illustrate the principle involved.) [কঃ বিঃ ১৯৪০]

চতুর্থ পরিচ্ছেদ

তাপ

তাপের প্রভাব

তাপের সহিত তোমাদের কিছু না কিছু পরিচয় আছে। সকালে উঠিয়াই তোমরা চাষের জল গরম করিয়া জলন্ত উনানে বেটলী বসাইতে দেখিয়াছ, শীতের সকালে বোদে বসিলে গা গরম হয় জান, বাতাসে নিত্য কাঠ বা কয়লা জালিয়া সেই উত্তাপে বাতাস কবিত্তে দেখিয়াছ, আবার প্রকাণ্ড কয়লা উনানের তাপে বেলের এঞ্জিন, জাহাজের এঞ্জিন ও কলকাথানার এঞ্জিন চলে, হয়'ত তাহাও জান।

এই তাপ যে কি, তাহাৰ সম্বন্ধে তোমাদিগকে একটু বলিয়া রাখি। বৈজ্ঞানিকগণ বলেন যে পদার্থ মাত্রই অসংখ্য অণুৰ সমষ্টি। তাহারা আরও অনুমান করেন যে, এই অণুগুলি সৰ্বদাই স্পন্দিত হইতেছে, যদিও এই অণুগুলি কিংবা তাহাদের স্পন্দন আমরা খুব ভাল অণুবীক্ষণযন্ত্র দ্বারাও দেখিতে পাই না। অণুগুলিৰ স্পন্দন যখন কোনও এক নির্দিষ্ট মাত্রার ভিতর থাকে, তখন সেই কম্পন হইতে তাপের উৎপত্তি হয়। বস্তুর উষ্ণতা এই কম্পনের বেগের উপর নির্ভর করে। বাহির হইতে কোনও বস্তুতে তাপ লাগিলে এই কম্পন আরও বাড়িয়া যায়, কাজেই বস্তুর উষ্ণতা বাড়িয়া যায়।

তাপ প্রয়োগ করিলে সকল পদার্থেই—

(১) আয়তন বৃদ্ধি পায়,

(২) উষ্ণতা বৃদ্ধি ঘটে,

(৩) এবং সময় সময় অবস্থাস্থব ঘটিয়া থাকে, যেমন বরফ গলিয়া জল হয়, জল আবার বাষ্পে পরিণত হয়।

তাপ পাইলে সকল পদার্থ আয়তনে বর্ধিত হয় এবং তাপ কমাইলে সঙ্কুচিত হয়। তোমাদের মধ্যে যাহাবা কামাবশালে গরুর গাড়ীৰ চাকাৰ বেড় পৰাইতে দেখিযাছ, তাহাবা বোধ হয় লক্ষ্য কৰিয়াছ যে প্ৰথমত লোহাৰ বেডটি কাঠেৰ চাকাৰ পৰিধি অপেক্ষা কিছু ছোট কৰিয়া নিৰ্মাণ কৰা হয়; সেইজন্ত শীতল অবস্থায় বেডটি কিছুতেই চাকাৰ লাগে না। কিন্তু লোহাৰ বেডটি উত্তমকপে উত্তপ্ত কৰিয়া কামাব কাঠেৰ চাকাৰ চাবিদিকে ইহাকে অনায়াসে লাগাইবা দেয়, শীতল হইলে দেখা যায় কাঠেৰ চাকাৰ উপৰ ইহা দৃঢ়ভাবে চাপিয়া বসিয়াছে। অনেক সময় দেখিয়াছ, গাড়োয়ান গাড়ীৰ চাকাৰ জল ঢালে, পাছে বোদ পাইবা বা মাটিৰ ঘৰ্ষণে গৰম হইবা চাকাৰ বেড খুলিয়া

যায়, তাই গাড়োয়ান একপ কৰে।

ইহা হইতে তোমবা বুঝিতে পাব



যে, চাকাৰ বেডটি উত্তাপ পাইয়া বর্ধিত হয়, এবং শীতল হইলে

৪৬নং চিত্র—বেলবাস্তাৰ সংযোগস্থল

সঙ্কুচিত হয়। এই জন্তই বেলবাস্তাৰ

লোহাৰ বেলগুলি একেবাবে গাষেগাষে জুড়িয়া বসান হয় না, ছই ছইটিব মানে একটু কৰিয়া ফাঁক বাখা হয়, কাৰণ তাহা না হইলে বোদ্রে বা গাড়ীৰ চাকাৰ ঘৰ্ষণে উষ্ণতা-বৃদ্ধি হেতু যখন বেলগুলি দৈৰ্ঘ্যে কিঞ্চিৎ বাড়ে, তখন পৰস্পৰ ধাক্কা খাইবা বাঁকিয়া যাইতে পাবে। তাপজনিত বৃদ্ধি কেবলমাত্র চাকাৰ বেড বা লোহাৰ বেলের ধর্ম নহে, বস্তুত, জগতে যাবতীয় কঠিন, তবল ও গ্যাসীয় পদার্থ তাপ পাইলে বাড়িয়া থাকে।

ধাতব পদার্থ যে এই গুণবিশিষ্ট, তাহা তোমবা সহজেই নানা উপায়ে পৰীক্ষা কৰিয়া দেখিতে পাব। একটি ধাতব গোলক ও একটি গোল বেড নাও; বেডটিৰ ঘেৰ একপ হয়



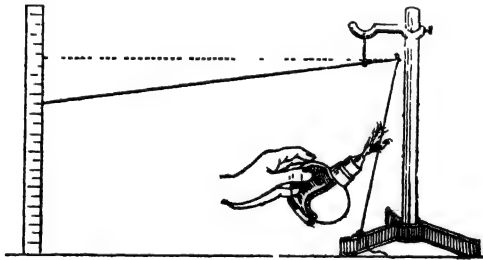
৪৭নং চিত্র—তাপে

কঠিন পদার্থের বৃদ্ধি

যেন উহাৰ ভিতৰ দিয়া শীতল অবস্থায় ধাতব গোলকটি কেবল যাতায়াত কৰিতে পাবে মাত্র। পবে গোলকটি উত্তপ্ত কৰিয়া দেখ, ইহা আব বেডটিৰ ভিতৰ দিয়া যাইতেছে না (৪৭নং চিত্র)। গোলকটি বেডেৰ উপৰ বাখিয়া শীতল জল ঢালিলে উহা সঙ্কুচিত হইয়া বেডটিৰ ভিতৰ দিয়া নিচে পড়িয়া যাইবে।

এতদ্বিন্ন আবও বহুবিধ উপায়ে প্রমাণ কৰিতে পাবা যায় যে, কঠিন দ্রব্য উত্তাপ পাইয়া প্রসাৰিত হয় এবং শীতল হইয়া সঙ্কুচিত হয়।

একটি শাখা-বিশিষ্ট একটি খুঁটিৰ শাখাটিতে একটি লম্বা বাখাৰি বা অণ্ড কোন একটি সবল দণ্ডেৰ একদিকে স্থতা বাধিয়া ঝুলাইয়া বাথ। পবে ছবিতে যেমন দেখান হইয়াছে সেইরূপ ভাবে বাখাৰিটিৰ ঐ প্রান্তেই একটি ধাতব তাব বাধিয়া ঐ তাব টানিয়া এমন ভাবে বাধিয়া দাও যেন বাখাৰিটি ভূমিৰ সহিত



৪৮নং চিত্র—তাপে কঠিন পদার্থের প্রসাৰণ

সমান্তৰাল থাকিতে পাবে। এখন দণ্ডটিৰ অপর প্রান্তে একটি গজ খাড়া কৰিয়া বাথ যেন বাখাৰিটি উঁচু নিচু হইলে বুঝিতে পাবা যায় কতটুকু উচ্ছে উঠিল বা কতটা নিচে নামিল। এইবাব এই ধাতব তাবে স্পিৰিট লম্ফেৰ সাহায্যে উত্তাপ দিলে দেখা যাইবে বাখাৰিটিৰ যে প্রান্ত গজের পাশে ছিল

তাহা নামিয়া যাইতেছে এবং স্পিবিট লম্ব সবাইয়া লইলে আবার উঠিয়া যাইতেছে। ইহাতে আমরা এইকপ বুঝিতে পারি,—উত্তাপ পাইয়া ধাতব তাব বর্ধিত হয় এবং আলগা হইয়া যাওয়ায় বাঁখাবিব যে প্রান্তে ইহা বাঁধা ছিল সেই প্রান্ত উঠিয়া যায়, ফলে অপব প্রান্ত নামিয়া যায়। কিন্তু স্পিবিট লম্ব সবাইয়া লইলে পুনরায় ধাতব তাব শীতল হইয়া সঙ্কচিত হয় এবং তাবটিতে টান পড়ায় বাঁখাবিব অপব প্রান্ত উঠিয়া যায়।

৪৯নং চিত্রের মত একটি সৰু ও লম্বা নলবিশিষ্ট কাচের ফ্লাস্ক (Flask) বড়িন জলে পূর্ণ করিয়া ইহাব নলের যে পর্যন্ত বড়িন্ জল উঠিল, সেইখানে



৪৯নং চিত্র—তাপে তরল
পদার্থের বৃদ্ধি

একটি দাগ দাও, মনে বব চিত্রের ক স্থানে সেই দাগ। পবে ফ্লাস্কটিতে তাপ প্রয়োগ করিলে দেখিবে, বড়িন্ জল প্রথমত সেই দাগ হইতে নিচে খ স্থানে নামিয়া আসিয়া আবার উপবে উঠিয়া যাইতেছে। ইহাব কারণ, বাচপাত্র প্রথমেই উত্তাপ গ্রহণ করিয়া আয়তনে বর্ধিত হয়, সেইজন্য বড়িন্ জল ক দাগের নিচে আসে, কিন্তু তাহাব পবে জলও তাপ গ্রহণ করিয়া আয়তনে বর্ধিত হয় এবং পূর্বোক্ত দাগ ছাড়িয়া উঠে। এই পরীক্ষায় বুঝিতে

পাৰা যায় যে, উত্তাপ পাইয়া কঠিন ও তবল পদার্থ প্রসারিত হয়, এবং তবল পদার্থের প্রসারণ কঠিন পদার্থের প্রসারণ অপেক্ষা অধিক।

এক্ষণে গ্যাসীয়পদার্থ উত্তাপ পাইয়া প্রসারিত হয় কিনা দেখা যাউক। একটি কাচের ফ্লাস্কেব কিয়দংশ জলপূর্ণ করিয়া মুখটি উত্তমকপে ছিপি বন্ধ কর। ছিপিব মধ্য দিয়া একটি দুইমুখ খোলা, সরু ও লম্বা কাচের নল প্রবেশ করাইয়া উহাব একমুখ জলে ডুবাইয়া দাও (৫০নং চিত্র)। পবে এই পাত্রটি গবমজ্জলে ডুবাইলে দেখিবে যে, সরু নলটির ভিতবে পাত্রস্থ জল উঠিতেছে। তাহাব কারণ, পাত্রস্থ বদ্ধবায়ু তাপে প্রসারিত হইয়া বাহির হইতে না পারায়

জলোঁচাপ দেয়, এইজন্ম জল উপরে উঠিতে থাকে। একটি ফুটবল ব্লাডাবেব মুখ বাঁধিয়া গবম জলে ফেলিয়া দিলে দেখিবে, ব্লাডাবেব ফুলিয়া উঠিতেছে। বস্তুত অল্পমাত্র উত্তাপেই গ্যাসীয় পদার্থ অত্যধিক প্রসারিত হয়। অতএব দেখা গেল যে, কঠিন পদার্থ অপেক্ষা তবল পদার্থ এবং তবল পদার্থ অপেক্ষা গ্যাসীয় পদার্থ, অধিক প্রসারিত হয়।



পূর্বেই বলা হইয়াছে যে উত্তাপ প্রয়োগ কবিলে পদার্থ মাত্রই উষ্ণ হয়, কিন্তু এখানে বলিয়া বাখি যে, পদার্থের তাপ (Heat) ও পদার্থের উষ্ণতা

(Temperature) একার্থবোধক নহে। পদার্থের তাপ প্রয়োগ কবিলে, তাহার তাপধারণ-ক্ষমতার উপর তাহার উষ্ণতা নির্ভর করে। পদার্থ আয়তনে বড় হইলে তাহার তাপধারণ-ক্ষমতা মোটামুটি বাড়িয়া যায়। একটি ছোট পাত্রে কিছু জল লইয়া তাহাতে একটি স্পিরিট ল্যাম্প দ্বারা তাপ প্রয়োগ কর এবং মধ্যে মধ্যে উহাতে হাত ডুবাইয়া দেখ উহার উষ্ণতা কিরূপ বৃদ্ধি পাইতেছে। অল্প একটি বৃহৎ পাত্রে অধিক জল লইয়া তাহাতেও ঐরূপ কর। কিছুক্ষণ পরে দেখিবে যে, ছোট পাত্রটির জল শীঘ্র উষ্ণ হইতেছে, অথচ বড় পাত্রের জলের উষ্ণতা প্রায় পূর্বমতই আছে। ইহাতে বুঝা যাইতেছে যে, সমপরিমাণ উত্তাপে সকল পদার্থ সমপরিমাণ উষ্ণ হয় না, বৃহৎ পদার্থ অল্প ও ক্ষুদ্র পদার্থ অধিক উষ্ণ হয়। আর একটি তৃতীয় পাত্রে এই দুই পাত্রের জল কিছু কিছু মিশাইয়া মিশ্রিত জলে হাত ডুবাইয়া দিলে বুঝিবে, এই জল ছোট পাত্রের জল অপেক্ষা শীতল, কিন্তু বড় পাত্রের জল অপেক্ষা উষ্ণ। ইহাতে প্রমাণিত হয় যে, উষ্ণতর জল কিছু তাপ ত্যাগ করিয়াছে এবং সেই তাপ অপন জল গ্রহণ করিয়া পূর্বাপেক্ষা উষ্ণ হইয়াছে। এই বিষয়টি ভরল পদার্থের চলাচলের সহিত তুলনা কবিলে বেশ বুঝিতে পারিবে।

৫০° চিত্র—তাপে গ্যাসীয় পদার্থের বৃদ্ধি

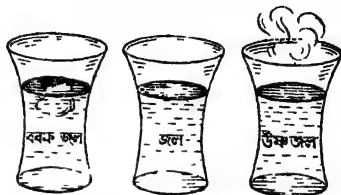
১৮নং চিত্রে দেখ ক ও খ দুইটি পাত্র একটি নল দ্বারা পবম্পব সংযুক্ত ; ইহাদের মধ্যে খ পাত্রে ক পাত্রেব তুলনায় আকাৰে অনেক ছোট। নলব চাৰিটি বন্ধ কৰিয়া দুইটি পাত্রে জল একপভাবে ঢাল, যেন খ পাত্রেব জলতল ক পাত্রেব জলতল অপেক্ষা উচ্চে থাকে। এক্ষণে নলব চাৰিটি খুলিয়া দিলে দেখিব যে, খ পাত্রেব জলতল নামিয়া যাইতেছে ও ক পাত্রেব জলতল ক্রমশ উচ্চ হইতেছে, অবশেষে পাত্র দুইটিব জলতল এক সমতলে আসিবে। অতএব দেখা যাইতেছে যে খ পাত্রেব জল পৰিমাণে কম হইলেও ইহাব তলেব উচ্চতা-হেতু ক পাত্রে আসিল। যদি বড় পাত্রটিব জলতল উচ্চতব হইত, তবে দেখিতে ইহাব জলই ছোট পাত্রে আসিত। জলেব চলাচল যেমন জল-তলেব উচ্চতাব উপব নিৰ্ভব কৰে, পৰিমাণেব উপব নিৰ্ভব কৰে না, তেমনই পদার্থ হইতে পদার্থান্তৰে তাপ-চলাচল তাপেব পৰিমাণেব উপব নিৰ্ভব না কৰিয়া কেবলমাত্ৰ তাহাদেব উষ্ণতাব উপব নিৰ্ভব কৰে। কোনও বস্তুকে তদাপেক্ষা উষ্ণতব বস্তুব সহিত সংলগ্ন কৰিয়া দিলে শেষোক্ত বস্তু হইতে তাপ অপব বস্তুটিতে আসে, এবং শেষে দুইটি বস্তুই এককপ উষ্ণতা প্ৰাপ্ত হয়।

তাপ-মিটার

একটি পাত্রে জল লইয়া ইহাব নিচে উত্তাপ দিতে থাক, মধ্যে মধ্যে জলে হাত ডুবাইলে বুঝিবে, জল ক্রমশ উষ্ণ হইতেছে। অবশেষে এমন অবস্থা আসিবে যে, জলে হাত ডুবানই কষ্টকৰ হইবে। সেইকপ একটি লৌহদণ্ডেব একপ্ৰান্তে তাপ প্ৰয়োগ কৰিলে উহা ক্রমশ উষ্ণতব হইতে থাকে। দেখ তাপ পাইয়া সকল পদার্থ উষ্ণ হয় এবং ঐ উষ্ণতা আমবা স্পৰ্শশক্তি দ্বাৰা অনুভব কৰি।

এখন দেখা যাউক, এই স্পৰ্শশক্তি দ্বাৰা পদার্থেব উষ্ণতা সম্বন্ধে আমবা সঠিক জ্ঞান পাই কি না। একটি মাসে সাধাৰণ জল ও অপব দুইটি মাসে যথাক্রমে

ববফ-জল ও উষ্ণজল লইয়া (৫১ নং চিত্র) শেষোক্ত দুইটি মাসে দুই হাত কিছুক্ষণ ডুবাইয়া, পবে তৃতীয় মাসে দুইটি হাতই একসঙ্গে ডুবাইলে বুঝিবে, যে হাত ববফ-জলে ডুবান ছিল, সেই হাতে এই মাসেব জল গবম ও অপব হাতে শীতল বলিয়া বোধ হইতেছে।



৫১ নং চিত্র—উষ্ণতাব আপেক্ষিকত্ব

বাস্তবিক গরম বা ঠাণ্ডা
ভুলনার কথা। যে জিনিষ

একজনের কাছে ঠাণ্ডা, তাহাই
অপবেব কাছে গরম বলিয়া বোধ

হইতে পবে। বিলাত হইতে সাংসববা এদেশে শীতকালে আসিলেও তাহাবা
খুব গরম বোধ কবিয়া থাকেন, বদিও আমবা সে সময় অতিশয শীত অনুভব
কবি। অতএব দেখা গেল, স্পর্শশক্তি দ্বাবা পদার্থেব উষ্ণতা সম্বন্ধে আমাদেব
সে জ্ঞান, তাহা সকল সময় ঠিক নহে।

পদার্থেব উষ্ণতা সঠিক নিরূপণেব জন্ত বৈজ্ঞানিকগণ যে যন্ত প্রস্তুত
কবিয়াছেন, তাহাব নাম থাম'মিটার।

এই যন্ত নির্মাণেব মূলেব কথাটি তোমাদিগকে মোটামুটি বুঝাইতেছি।
পদার্থেব উপব তাপ-প্রয়োগেব ফলে যেমন তাহাব উষ্ণতা বাড়ে, তেমনই সঙ্গে
সঙ্গে তাহাব আয়তনও বৃদ্ধি পাইতে থাকে। উষ্ণতাবৃদ্ধি চোখে ধবা যায় না,
কিন্তু আয়তনবৃদ্ধি ধবা যায়। অতএব আয়তনবৃদ্ধিৰ পৰিমাণ দ্বাবা পৰোক্ষ
উপায়ে উষ্ণতাবৃদ্ধি মাপ কবা বাইতে পাবে। দেখা যাউক, একাটি লৌহদণ্ডকে
এই উদ্দেশ্যে ব্যবহাব কবা যায় কিনা।

কোনও এক উত্তপ্ত বস্তব উষ্ণতা মাপিবাব জন্ত লৌহদণ্ডটি তাহাব সহিত
সংযুক্ত কবা হইল। উষ্ণ বস্ত হইতে কিছু তাপ লৌহদণ্ডে আসিয়া উহাব
আয়তনবৃদ্ধি কবিল, এই বৃদ্ধি অতি সামান্য, চোখে ধবা যায় না। কিন্তু কঠিন
পদার্থ অপেক্ষা তবল পদার্থেব তাপজনিত বৃদ্ধি বেশী। সেইজন্ত থাম'মিটার

প্রস্তুত কবিতো তবল পদার্থেব্য ব্যবহাবই সুবিধাজনক। আবাব তবল পদার্থেব্য মধ্যে জল, তেল ইত্যাদি অপেক্ষা পাবদ ব্যবহাব করায় অনেক স্তবিধা আছে। তন্মধ্যে প্রধান সুবিধা এই যে, যে উষ্ণতায় তেল, জল ইত্যাদি বাষ্পীভূত হয়, সেই উষ্ণতায় পাবদ তবলই থাকে, আবাব যে শৈতো তেল, জল ইত্যাদি জমিয়া কঠিন হইয়া যায়, সেই শৈতোও পাবদ তবল থাকে। এতদ্ব্যতীত তেল, জল ইত্যাদি অপেক্ষা পাবদ তাড়াতাড়ি গবম হয়।

সাধাবণত থার্ম'মিটার একটি লম্বা সূক্ষ্ম-ছিদ্রবিশিষ্ট নল দ্বাবা প্রস্তুত। ইহাব এক প্রান্ত একটি অপেক্ষাকৃত বৃহদাবতনেয ফাঁপা কুণ্ড (Bulb) আছে। কুণ্ড ও নলেব্য কিযদংথ পাবদপূর্ণ থাকে। নির্মাণকালে যন্ত্রটি বায়ুশূণ্ড ও পাবদ পূর্ণ কবিয়া নলেব্য অপর মুখটি অঁটিয়া দেওয়া হয়। কুণ্ডটি আকাবে বৃহত্তর থাকায় উত্তাপ পাইয়া পাবদেব্য যে বৃদ্ধি হয়, তাহাতে ইহা নলেব্য সূক্ষ্ম ছিদ্রপথে বহুদূর যাইতে পাবে।



৫২নং চিত্রে দুইটি থার্ম'মিটার দেখান হইয়াছে। যন্ত্র দুইটি আকাবে একইরূপ হইলেও ইহাদেব্য গায়েব্য দাগগুলি একরূপ নয়। যন্ত্র দুইটিকে যদি ববফগলা জলেব্য মধ্যে ডুলাইয়া বাখা হয়, তবে দেখা যায়, পাবদ সঙ্কুচিত হইয়া একটি যন্ত্রেব্য ০ দাগে ও দ্বিতীয়টির ৩২ দাগে আসিয়া স্থিব হয়, ইহাকে **হিমাক** (Freezing point) বলে। পুনরায় যদি যন্ত্র দুইটিকে ফুটন্ত জলেব্য বাষ্পেব্য মধ্যে ডুবান হয়, তবে দেখা যাইবে পাবদ প্রসাবিত হইয়া প্রথম

৫২ নং চিত্র—থার্ম'মিটার যন্ত্রেব্য ১০০ দাগে এবং দ্বিতীয় যন্ত্রেব্য ২১০ দাগে আসিয়া স্থিব থাকে, ইহাকে **ফুটনাঙ্ক** (Boiling point) বলা হয়। এই দুইটি দাগেব্য মধ্যবর্তী স্থানকে যথাক্রমে ১০০ ও ১৮০ ভাগ করা হয় এবং এক একটি অংশকে **ডিগ্রী** (Degree) বলা হয়। প্রথম যন্ত্রটিকে **সেন্টিগ্রেড** (Centigrade)

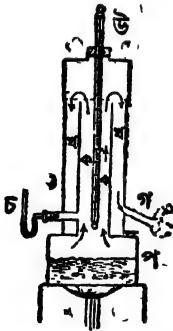
ও দ্বিতীয়টিকে ফারেনহাইট (Fahrenheit) বস্তু বলে। তাহা হইলে সেন্টিগ্রেড্ মতে 0° ডিগ্রীতে ও ফারেনহাইট মতে 32° ডিগ্রীতে জল জমিয়া বরফ হয় এবং সেন্টিগ্রেড্ মতে 100° ডিগ্রীতে ও ফারেনহাইট মতে 212° ডিগ্রীতে জল ফুটিয়া বাষ্প হইয়া যায়। বলা বাহুল্য যে, হিমাক্ষেব নিচে কিংবা স্ফুটনাক্ষেব উপবে কাচনলের অংশকে সমান্তরপাতে ভাগ করা হয়।

থার্মিটারেব হিমাক্ষ বাহিব কবিবাব জন্ত একটি ফানেলের উপব উহাব কুণ্ড বাখিয়া তাহাব চাৰিধাবে বরফ দিয়া ফানেলটি বরফ পূর্ণ করা হয়। ইহাতে থার্মিটারেব নলেব পাবদ নামিয়া একটি স্থানে স্থিতি হয়। ইহাই হিমাক্ষ। ফানেল হইতে বরফ গলা জল ধবিবাব জন্ত নিচে একটি পাত্র রাখা হয়।



৫৩নং চিত্র—হিমাক্ষ স্থিরীকরণ

হিপসোমিটার (Hypsometer) নামক যন্ত্র সাহায্যে স্ফুটনাক্ষ বাহিব করা



৫৪নং চিত্র—হিপসোমিটার

হয়। একটি পাত্রে জল ফুটান হয়, তাহাব উপবে এই হিপসোমিটার বসান হয়। ইহাব মধ্যস্থল দিয়া উষ্ণতামান যন্ত্রটি উ এমন ভাবে প্রবেশ করাউয়া দেওয়া হয় যেন এই হিপসোমিটারে থাকা কালে পাবদ যত দূবেই উঠুক না কেন উহাব মাত্র শেষ বিন্দুটি আমাদের দৃষ্টিগোচরে থাকে। ইহা একটি ধাতব পাত্র। ইহাব দুইদিকে দেওয়ালেব গ্লায আটক থা আছে। এই আটকগুলি কিন্তু মাথা পর্যন্ত যায় নাই। জলীয় বাষ্প ইহাব মধ্যস্থল হইতে উঠিয়া ঐ আটক পাব হইয়া গা নল দিয়া বাহিবে চলিয়া যায়। ঘনীভূত হইয়া বাষ্পেব যে অংশ জল হয় তাহা

ধৰিবাব ভ্ৰু হিপসোমিটাৰেব নলেব মুখে আব একট পাৰ্জ বৃসান থাকে ।

কোনও একপ্রকাৰ থাৰ্ম'মিটাৰ সাহায্যে পঠিত উষ্ণতা জানা থাকিলে, অপব যন্ত্ৰে তাহা কত হইবে বলিতে পাৰা যায় । ইহাদেব যোগ-সূত্ৰ এই—

$$\frac{f-32}{2} = \frac{s}{5}$$

এথান 'ফ' অৰ্থে ফাৰেণহিট্ যন্ত্ৰে পঠিত উষ্ণতা ও 'স' অৰ্থে সেন্টিগ্ৰেড্ যন্ত্ৰে পঠিত উষ্ণতা বুঝিতে হইবে । অতএব ফাৰেণহিট্ যন্ত্ৰে নিৰ্ণীত উষ্ণতা হইতে ৩২ বিয়োগ কৰিয়া বিয়োগফলকে $\frac{5}{9}$ দিয়া গুণ কৰিলে সেন্টিগ্ৰেড্ ডিগ্রী ও সেন্টিগ্ৰেড্ যন্ত্ৰে নিৰ্ণীত উষ্ণতাকে $\frac{9}{5}$ দিয়া গুণ কৰিয়া ৩২ যোগ দিলে ফাৰেণহিট্ ডিগ্রী পাওয়া যায় । সকল সময় মান বাপিও, কোনও বস্তুৰ উষ্ণতা বলিবাব সময় তাহা সেন্টিগ্ৰেড বা ফাৰেণহিট্ কোন যন্ত্ৰে নিৰ্ণীত হইযাছে, তাহাব উল্লেখ কৰিত হয় ।

ধব, প্রচণ্ড গ্ৰীষ্মে বায়ব উষ্ণতা ১১৩ ডিগ্রী ফাৰেণহিট্ উঠিল । উহা সেন্টিগ্ৰেড্ যন্ত্ৰে কত হইবে ?

$$s = (f - 32) \times \frac{5}{9}$$

$$= (113 - 32) \times \frac{5}{9} = 81 \times \frac{5}{9} = 45^\circ$$

অতএব সেন্টিগ্ৰেড্ যন্ত্ৰে ইহা ৪৫ ডিগ্রী হইবে ।

সাধাবণত বিজ্ঞান সম্বন্ধীয় সমস্ত কাৰ্য্যে সেন্টিগ্ৰেড্ যন্ত্ৰই ব্যবহৃত হয় । ডাক্তাবেবা শবীৰেব উষ্ণতা মাপিবাব ভ্ৰু ফাৰেণহিট্ যন্ত্ৰ ব্যবহাব কবেন । তাহাবা যে যন্ত্ৰ ব্যবহাব কবেন, তাহাব একটু বিশেষত্ব আছে । ইহাতে ৯৫ ডিগ্রী ফাঃ হইতে ১১০ ডিগ্রী ফাঃ পর্যন্ত দাগ দেখিতে পাওয়া যায় (৫৫ নং চিত্ৰ) ; কাৰণ সাধাবণত মানুষেব স্নস্থ দেহেব উষ্ণতা ৯৮°s ডিগ্রী ফাঃ । ৯৫ ডিগ্রীৰ নিচের উষ্ণতায় কিংবা ১১০ ডিগ্রীৰ উপবেব উষ্ণতায় মানুষ বাঁচিয়া থাকিতে

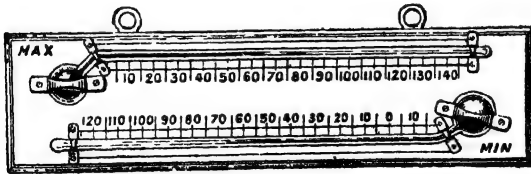
পাবে না। শারীর থার্ম'মিটার (Clinical thermometer) যদ্বৈ প্রধান বিশেষত্ব এই যে, ফাঁপা কুণ্ড ও সৰু নলৈব সংযোগস্থলে ছিদ্ৰটি



৫৫নং চিত্ৰ—শাৰীৰ থাৰ্ম'মিটাৰ

একটু বেশী সূক্ষ্ম ও বক্রাকাৰ কৰা হইয়াছে। ইহাতে সুবিধা এই যে, শৰীৰ হঠতে থাৰ্ম'মিটাৰটি বাহিৰে বৰিবামাত্ৰই বাহিৰেব বায়ব সংস্পৰ্শে নলৈব পাবদ সঙ্কুচিত হইয়া কুণ্ডে দিবিয়া আসিতে চায়, কিন্তু ঐ বাকৈব জন্ত আসিতে পাবে না, অথচ শৰীৰেব তাপ পাঠয়া পাবদ এখন আঘতনে বাড়ে, তখন উহা ঐ বুদ্ধিব জোৰে সেই বাক পাব হইবা নহে উঠে। এইজন্ত দেহেব উষ্ণতা পুনৰায় মাপিবাব পূৰ্বে বস্তুটিকে ঝাড়িয়া লইবা পাবদসূত্ৰটিকে নামাইবা দিতে হয়।

দিন ও বাত্ৰিব মধ্যে বায়ব সৰ্বোচ্চ উষ্ণতা নিৰ্দেশ কৰিবাব জন্ত একপ্ৰকাৰ বস্তু ব্যৱহৃত হয়, তাহাকে গৰিষ্ঠ থাৰ্ম'মিটাৰ (Maximum Thermometer) বলে (৫৬নং চিত্ৰ), ঐকপ লঘিষ্ঠ থাৰ্ম'মিটাৰেব দ্বাৰা বায়ব সৰ্বনিম্ন উষ্ণতাও



৫৬নং চিত্ৰ—গৰিষ্ঠ ও লঘিষ্ঠ থাৰ্ম'মিটাৰ

মাপা যায়। গৰিষ্ঠ থাৰ্ম'মিটাৰ একটি সাধাৰণ ফাৰেণহাইট বস্তু বাতীত অস্ত্ৰ কিছু নহে। চিত্ৰে দেখ, কেবলমাত্ৰ উহাব কাচনলটি সোঁজাভাবে না তুলিয়া বঁকাইবা দেওয়া হইয়াছে এবং নলৈব ভিতৰে একটি লোহাব কাঁটা বহিয়াছে।

বিজ্ঞান

বায়ু উষ্ণ হইলে পান্দ প্রসারিত হইয়া এই লোহাব কাঁটাটিকে সম্মুখে ঠেলিয়া দেয় এবং বায়ু শীতল হইলে পান্দ সঙ্কুচিত হইয়া কুণ্ডেব দিকে ফিৰিয়া আসে এবং কাঁটাটি যে স্থানে ছিল সেই স্থানেই থাকিয়া যায়। কাঁটাব অবস্থান দেখিয়া দাগেব সাহায্যে বায়ুর সর্বোচ্চ উষ্ণতা জানিতে পাৰা যায়।

লম্বিষ্ট থার্ম মিটারে (Minimum Thermometer) পান্দেব পৰিবৰ্তে' সুবাসাব ব্যবহৃত হয়। ইহাও একটা ফাৰেণহাইট যন্ত্র। ইহাব বাচনলেব ভিতবেও একটা লোহাব কাঁটা থাকে। বায়ু উষ্ণ হইলে সুবাসাব প্রসারিত হইয়া কাঁটা পান্দ হইয়া চলিয়া যায় এবং শীতল বায়ু উষ্ণ হইলে যখন উহা সঙ্কুচিত হয় তখন সুবাসাবেব শেষ প্রান্তেব তলটি লোহাব কাঁটাকে টানিয়া আনে। এই কাঁটাব অবস্থান দেখিয়া বায়ুব সবনিম্ন উষ্ণতা নির্ণীত হয়।

তাপ-চলাচল

সাধাবণত তিনটি উপায়ে এক পদার্থ হইতে অন্য পদার্থে উত্তাপ চালিত হইয়া থাকে। যথা :—

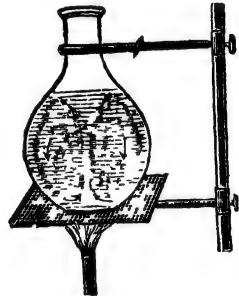
- (১) পৰিবহন
- (২) পৰিচলন
- (৩) বিকিরণ

একটি লৌহদণ্ডেব এক প্রান্ত আশুনে ধৰিলে অপৰ প্রান্তটিও শীঘ্র গৰম হইয়া উঠে। আশুনেব ভিতৰ লৌহদণ্ডেব যে প্রান্ত থাকে, সেই প্রান্তস্থ অণুগুলিব স্পন্দন বাড়িয়া যায়। এই স্পন্দনেব ফলে পার্শ্বেব অণুগুলিতে ধাক্কা লাগিয়া তাহাদেবও স্পন্দন বাড়ে। ক্ৰমে ক্ৰমে লৌহদণ্ডেব অপৰ প্রান্তেব অণুগুলিবও স্পন্দন বাড়ে অৰ্থাৎ তাহাবাও উত্তপ্ত হয়। এইৰূপে কোনও বস্তুব অণুগুলিবও স্পন্দনেব সাহায্যে এক অংশেব তাপ অন্য অংশে আসা-যাওয়াকে **পৰিবহন (Conduction)** বলে। মনে বাখিও এই তাপ-পৰিবহনে বস্তুব অণুগুলি

একস্থান হইতে অত্রস্থানে চালিত হয় না, যাহা চালিত হয়, তাহা তাহাদেব বর্ধিত স্পন্দনের ধাক্কা মাত্র।

যখন কোনও পদার্থকে তদপেক্ষা উষ্ণতর পদার্থের সহিত সংলগ্ন করিয়া দেওয়া হয়, তখন উষ্ণতর পদার্থ হইতে তাপ এই পবিবহন ক্রিয়াব দ্বাৰা অত্র পদার্থে বহিয়া আসে, ফলে কিছুক্ষণ পবে দুইটি বস্তুই একই উষ্ণতা প্রাপ্ত হয়। কঠিন পদার্থে তাপ-চলাচল পবিবহনক্রিয়াব দ্বাৰাই সম্পন্ন হইয়া থাকে। পদার্থমাজেই কিছু না কিছু তাপ পবিবহন কবে; তবে ধাতব পদার্থ সৰ্বাপেক্ষা উত্তম তাপ-পবিবাহী।

এক কেটলী জল উনানেব উপব বসাইলে কিছুক্ষণ পবে গবম হইয়া উঠে। কেটলীব তলায় জল তাপ পাইয়া প্রসাৰিত হওয়াব লঘু হয়। কিন্তু তবল পদার্থেব কণাগুলি ইতস্তত নড়িয়া চড়িয়া বেড়াইতে পাবে। স্ততবাং কেটলীব তলাব উত্তপ্ত এবং লঘু জলকণাগুলি উপবেব দিকে উঠিতে থাকে। পাশেব শীতল জল আসিয়া উহাদেব স্থান অধিকাব কবে। তাহাবপব এই জলও পুনৰায় গবম হইয়া উপবেব জল অপেক্ষা যখন লঘু হয়, তখন ইহাও উপবে উঠে এবং উপবেব জল পাশ দিয়া নিচে নামিয়া আসিতে বাধ্য হয়। এইরূপ ববাবব উঠা-নামাব ফলে কেটলীব সমস্ত জল গবম হইয়া শেষে ফুটিতে আবন্ত কবে। এতএব দেখা গেল, তবল পদার্থে তাপ-চলাচল উহাব কণাগুলিব ক্রমাগত উঠানামাব ফলে হইয়া থাকে, ইহাকে **পরিচলন (Convection)** বলে।



৫৭নং চিত্র—পরিচলন

উপবে যাহা বলা হইল, পৰীক্ষা দ্বাৰা তাহা সহজেই প্রমাণ কবিতে পাব। একটি কাচকুপীব তলায় একটু ম্যাজেণ্টা বং ফেলিয়া দিয়া কাচকুপী জলে পূর্ণ কর

এবং ইহাব তলান্ন স্পিবিট ল্যাম্প দ্বাৰা তাপ প্ৰয়োগ কৰ। কিছুক্ষণ পৰে দেখিবে যে পাত্ৰেৰ তলান্ন মাজেটো হইতে কয়েকটি সূক্ষ্ম বৰ্ণিত শ্ৰোত উপবদিকে উঠিয়া পৰে পাশ দিয়া নিচে নামিতেছে (৫৭নং চিত্ৰ)।

তবল পদাৰ্থেৰ মত গ্যাসীয় পদাৰ্থেও পৰিচলন-ক্ৰিয়াৰ দ্বাৰাই তাপ চলাচল কৰিয়া থাকে, জলন্ত উনানেৰ উপবেৰ বায়ু গৰম হইয়া লঘু হয় এবং উপবে উঠিতে থাকে, সঙ্গে সঙ্গে পাশেৰ বাতাস নিচে নামিয়া ঐ শূন্য স্থান পূৰ্ণ কৰে। এইৰূপে গৰম ও ঠাণ্ডা বাতাসেৰ আনাগোনাৰ বাতাস বেষণ গৰম হইয়া উঠে। গ্ৰীষ্মকালে হুপুৰে গ্ৰাম হইতে মাঠে আসিয়া পড়িলে দেখা যায়, যেন মাঠেৰ উপৰ হইতে শাদা আগুনেৰ হকা উঠিতেছে। বাস্তবিক উহাৰা উৰ্দ্ধগামী গৰম বায়ুৰ শ্ৰোত ভিন্ন আৰ কিছুই নহে। প্ৰথমে যোঁৱে মাটি খুব গৰম হইয়া উঠে, মাটিৰ উপবেৰ বাতাস ঐ গৰম মাটিৰ সংস্পৰ্শে খুব গৰম হয় এবং হাকা হইয়া উপবে উঠিবাৰ সময় এইৰূপ দেখায।

এই তাপ-পৰিচলন-ক্ৰিয়া তবল ও গ্যাসীয় পদাৰ্থেই হওয়া সম্ভব, বতিন পদাৰ্থে সম্ভব নহয়, কাৰণ কঠিন পদাৰ্থেৰ কণাগুলি তবল ও গ্যাসীয় পদাৰ্থেৰ কণাৰ মত ইতস্তত চলাফেৰা কৰিতে পাবে না।

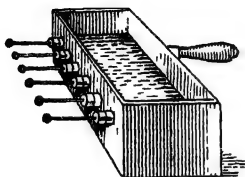
এইবাব তাপ-চলাচলেৰ তৃতীয় প্ৰক্ৰিয়াৰ কথা বুঝা যাউক। সূৰ্য পৃথিবী হইতে প্ৰায় নয় কোটি মাইল দূৰে থাকিয়াও নিত্য আমাদিগকে উত্তাপ দিতেছে। পৃথিবীৰ উপৰে বায়ুমণ্ডল মাত্ৰ একশত কি দেড়শত মাইল পৰ্যন্ত বিস্তৃত, তাবপৰ মহাশূন্য। স্নতবাং এখানে পৰিবহন বা পৰিচলন কোনটিও সম্ভব নহয়। তাহা হইলে সূৰ্যেৰ তাপ পৃথিবীতে কিৰূপে আহিসে? ইহা বুঝাইবাব জন্ত বৈজ্ঞানিকগণ কল্পনা কৰিয়াছেন যে, এই বিশ্বব্ৰহ্মাণ্ড ব্যাপিয়া এক অতি সূক্ষ্ম, অতীন্দ্ৰিয় বস্তু রহিয়াছে, ইহাকে ঠাহাৰা ঐথার (Ether) কহেন। উত্তপ্ত সূৰ্যেৰ অণুগুলিৰ স্পন্দন এই ঐথাবে বিভিন্ন প্ৰকাৰেৰ চেউ তুলিয়া দেয়। চেউগুলি ঐথারেৰ মধ্য দিয়া চাৰিদিকে ছড়াইয়া পড়ে। ইহাদেৰ মध्ये একপ্ৰকাৰেৰ চেউ কোনও বস্তুতে আসিয়া বাধা পাইলে তাহাকে উত্তপ্ত কৰে। ঐথার-তত্ত্বেৰ সাহায্যে

তাপের একস্থান হইতে অন্যস্থানে গমনাগমনের নাম বিকিরণ (Radiation) বিকিরিত তাপ উষ্ণ বস্তু হইতে উহার চতুর্দিকে সবল বেথাক্রমে ছড়াইয়া পড়ে। উনানের ধাৰে বসিয়া থাকিলে আমরা যে তাপ পাই, বিকিরণই তাহার কারণ। উত্তপ্ত বস্তু মাত্রই তাপ বিকিরণ দ্বারা ক্রমশ শীতল হয়। বায়ু ঈষাব-তবন্ধকে বিশেষ বাধা দেয় না, এইজন্ত বিকিরণ দ্বারা তাপ-চলাচলের সময় ইহা উত্তপ্ত হয় না।

তাপ যে তিনটি বিভিন্ন উপায়ে এক বস্তু হইতে অন্য বস্তুতে গমনাগমন কবে তাহা বলিলাম। এখন সেগুলির স্বন্ধে একটু আলোচনা করা যাউক। সকল জিনিষের তাপ পরিবাহিতা (Conductivity) সমান নয়। বাগ্না কবিরাব সময় হৃৎত দেখিয়াছ, লোহা বা পিতলের হাতা, খুস্তি দিয়া ছই একবাব কড়াব গবম জিনিস নাডিলে উহাবা এত উত্তপ্ত হইয়া যায় যে, তাহাদিগকে অধিকক্ষণ ধরিয়া বাধা কষ্টকব হয়, কিন্তু যে কাঠেব একপ্রান্ত বহুক্ষণ ধরিয়া উনানে জলিতেছে, তাহাবও অপবপ্রান্ত অনাযাসে বহুক্ষণ ধরিয়া বাধা যায়। ইহাতে বুঝা যায়, লোহা ও পিতল উত্তম তাপ-পরিবাহী কিন্তু কাঠ তাহা নহে। তুলা, ফ্লানেল, পশম, বেশম, কাগজ, বেত, চামড়া, জল ইত্যাদি তাপ পরিবাহী নহ বলিলেই চলে। সেইজন্ত উনান হইতে গবম কড়া, হাঁডি ইত্যাদি নামাইতে হইলে ছই হাতে কাপড় বা কাগজ ইত্যাদি টুকুবা লইয়া পাত্রগুলি ধবিতে হয়। তোমবা বোধ হয় দেখিয়াছ, অনেক কেটলীব হাতলে বেত জড়ানো থাকে। বেতেব তাপপরিবাহিতা কম বলিয়াই একপ করা হইয়া থাকে। বেতজড়ানো হাতলটি ধবিয়া উনান হইতে গবম কেটলীটিকে নামাইতে কোন কষ্ট হয় না। এই একই কারণে অনেক পাত্রের হাতলে কাঠ লাগানো থাকে। বাঙালার মিজিকে তাতাল গবম কবিতে দেখিয়াছ, উহাব হাতলটিতেও কাঠ লাগানো থাকে।

মার্বেলপাথর, প্লেট, মাটি ইত্যাদি অল্প পরিমাণে তাপ পরিবহন কবিয়া থাকে। একটি গ্যালুমিনিয়মের হাঁডি যত শীঘ্র গবম হয়, একটি মাটির হাঁডি তত শীঘ্র গরম হয় না।

ধাতু মাত্রই উত্তম তাপপরিবাহী বটে, কিন্তু তাই বলিয়া সকল ধাতু সমান পরিবাহী নহে। এই পরিবহন শক্তি তুলনা করিয়া দেখিবার জন্য



৫৮নং চিত্রেব ত্রায় একটি পাত্র লইয়া তাহাব গাত্রস্থিত ছিদ্রগুলিতে বিভিন্ন ধাতবদ্রব্যেব সমদীর্ঘ দণ্ড লাগাও। খানিকটা মোম গলাইয়া তাহাব সাহায্যে দণ্ডগুলির গায়ে সমদূৰ্বে এক একটি লোহাব গুলি আঁটিয়া দাও। পরে

৫৮নং চিত্র—বিভিন্ন বস্তুর তাপ পরিবহন পাত্রটিতে ফুটন্ত জল ঢালিয়া কিছুক্ষণ রাখিলে দেখা যাইবে যে এক এক করিয়া গুলি কয়টি পড়িয়া যাইতেছে, যেটির গুলি আগে পড়িবে সেই দণ্ডটি সবচেয়ে বেশী তাপ পরিবাহী। এইরূপ পরীক্ষা করিলে দেখা যায়, বোপ্যেব তাপপরিবাহিতা সর্বাপেক্ষা অধিক, তাহাব পর যথাক্রমে তাম্র, স্বর্ণ, ম্যালুমিনিয়াম, পিতল, টিন এবং লোহা ইত্যাদি। এজন্য লোহাব পাত্র অপেক্ষা ম্যালুমিনিয়ামেব পাত্রে এবং ম্যালুমিনিয়াম অপেক্ষা তাম্রাব পাত্রে বাঁধিতে সুবিধা হয়।

শীতকালে আমরা শীত নিবারণেব জন্য গবম কাপড়, গবম জামা, মোজা, শাল ইত্যাদি ব্যবহার করি। এগুলি সাধাবণত ফ্লানেল, পশম, মেকণ প্রভৃতি হইতে প্রস্তুত। এগুলিকে গবম বলা হয় বলিয়া সত্য সত্যই যে উহাবা উষ্ণ, তাহা মনে করিও না। প্রকৃতপক্ষে ইহাদেব তাপপরিবাহিতা খুবই কম, তাই ইহাদেব দ্বারা দেহ ঢাকিয়া রাখিলে দেহেব স্বাভাবিক তাপ বাহিবেব ঠাণ্ডা বায়ুতে আসিতে পারে না, সেইজন্য শরীর গবম থাকিলা যায়।

একটি ব্যাপার হইত তোমরা লক্ষ্য করিয়া থাকিবে যে, শীতকালে পিতল কাঁসা প্রভৃতি স্পর্শ করিলে তাহাদিগকে কাপড়-চোপড় ইত্যাদি অপেক্ষা শীতল বলিয়া মনে হয়, যদিও একঘরেব ভিতর থাকিয়া তাহাদেব কোন-একটি অপব্যব দ্রব্য অপেক্ষা উষ্ণতায় কম বেশী থাকিতে পারে না। শীতকালে

আমাদের শরীরের উষ্ণতা চতুর্দিকে দ্রব্যগুলির উষ্ণতা অপেক্ষা অধিক ; আবার ধাতব পদার্থগুলি উত্তম তাপ-পরিবাহী ; সুতরাং তাহারা আমাদের শরীর হইতে তাপ তাড়াতাড়ি টানিয়া লয় । এইজন্য ইহাদিগকে ঠাণ্ডা বলিয়া বোধ হয় , কিন্তু কাপড়-চোপড় অপরিবাহী বলিয়া তাহা পাবে না ।

তবল পদার্থ পরিচলনক্রিয়ায় দ্বাবাই উদ্ভূত হয় । সাধারণত **তরলপদার্থের তাপ-পরিবাহিতা** খুবই অল্প । উহাদের মধ্যে কেবল পান্যদেবই ধাতব পদার্থের ন্যায় উত্তম পরিবহন-শক্তি আছে । একটি বড় পবীক্ষানল লইয়া উহা তিন-চতুর্থাংশ জলপূর্ণ করিয়া জলের পরিবহন-শক্তি পরীক্ষা কর । নলটির নিচে তাপ প্রয়োগ করিলে পরিচলন ক্রিয়ায় জন্ত পরিবহন কিছু হইতেছে কিনা বঝা যাইবে না । এইজন্য জলের উপর দিকে একটি স্পিগিট ল্যাম্পের সাহায্যে উত্তাপ দিলে (৫৯নং চিত্র) দেখিবে উপরের জল উষ্ণ



৫৯নং চিত্র—জলের তাপ পরিবহন পরীক্ষা

হইয়া ফুটিতে থাকিলেও তলাব জল বেশ শীতল আছে । তোমরা বোধ হয় দেখিয়াছ যে, গ্রীষ্মকালে পুকুরের উপরের জল খুব গরম লাগিলেও ডুব দিলে নিচের ঠাণ্ডা জল বেশ আবাম পাওয়া যায় ।

গ্যাসীয় পদার্থের পরিবাহিতা তবল পদার্থ অপেক্ষাও কম । তুলা, ফ্লানেল, পশম ইত্যাদির আঁশের মধ্যে অনেক বায়ু আবদ্ধ হইয়া থাকে , এই বায়ু ও তুলা শরীরের তাপ রক্ষা করে । এইজন্য হুতাব পোষাক অপেক্ষা তুলা বা ফ্লানেলের পোষাকে বেশী শীত ভাঙ্গে । ব্যবহৃত লেপের তুলা চাপিয়া বসিয়া গেলে তাহাতে ভাল শীত ভাঙ্গে না , তখন পুনরায় তুলা ধুনাইয়া লইতে হয় । ঐরূপ করিলে তুলাব ফাঁকগুলি বড় হয় এবং ঐ ফাঁকে অনেক বায়ু আটকাইয়া যায় । শীতের সকালে তোমরা হয়ত দেখিয়া থাকিবে যে, কৌচার কাপড় খুলিয়া খালিগায়ে জড়াইলে অনেকটা শীত নিবারণ হয় . কারণ কাপড়

ও শবীবের মধ্যে যে বায়ু থাকে, তাহাই শবীবের তাপ-বহির্গমন অনেকটা বন্ধ কবিয়া দেয়। ইহাও বোধ হয় তোমরা জান যে, ওয়াড দেওয়া লেপ ব্যবহাৰ কবিলে যতটা শীত ভাঙ্গে, ওয়াড়হীন লেপে তত ভাঙ্গে না; কাৰণ লেপ ও তাহাব ওয়াডেৰ মধ্যে যে দুই স্তৰ বায়ু আবদ্ধ থাকে, তাহা শীতভাঙ্গা কাজে যথেষ্ট সহায়তা কৰে।

গ্ৰীষ্মকালে দিনেৰ বেলায় টিনেৰ ঘৰ, খডেৰ ঘৰ অপেক্ষা ঢেৰ বেশী গৰম হয়। বোদ্রেৰ তাপে টিন শীঘ্ৰই গৰম হইয়া যায় এবং ঘৰেৰ ভিতৰদিকে সেই তাপ বিকিৰণ কৰিয়া ঘৰকে উত্তপ্ত কৰে, কিন্তু খড তাপ-পৰিবাহী নহে বলিয়া ঘৰকে ঠাণ্ডা ৰাখে। শীতকালে ঠিক ইহাব উল্টা হয়; ঘৰেৰ গৰম টিনেৰ ভিতৰ দিয়া বাহিৰে ছড়াইয়া পড়ে, কিন্তু খড ঘৰেৰ উত্তাপ একপ ভাবে নষ্ট হইতে না দিয়া ঘৰকে গৰম ৰাখে। আবও দেখা যায়, অত্যন্ত গৰম দুধ পান কৰিতে অশ্লুবিধা বোধ কবিলে মেঘেৰা উহা কাল পাথৰ বাটিতে ঢালিয়া ঠাণ্ডা কৰিয়া লয়ন। ইহাব কাৰণ, কাল বাটিৰ মধ্য দিয়া তাপ দ্ৰুতবেগে বিকিৰিত হইতে থাকে। শাদা বাটিৰ বিকিৰণ ক্ষমতা কম বলিয়া ঐ গৰম দুধ শাদা বাটিতে ঢালিলে ঠাণ্ডা হইতে অনেক বিলম্ব হয়। একটা কাল বংএব এনামেল্ কৰা কেট্‌লী ও শাদা বংএব এনামেল্ কৰা কেট্‌লীতে সমপৰিমাণ ফুটন্ত জল ৰাখিলে দেখা যায়, কাল কেট্‌লীৰ জলই আগে ঠাণ্ডা হইতেছে। কাল বংএব পদাৰ্থ শাদা বংএব পদাৰ্থ অপেক্ষা দ্ৰুত তাপ গ্ৰহণ কৰে ও বিকিৰণ কৰে। এইজন্ত গ্ৰীষ্মকালে শাদা জামা ব্যবহাৰ কৰাই শ্লুবিধ। ইহা সূৰ্যকিৰণ প্ৰতিফলিত কৰে এবং নিজে শীঘ্ৰ গৰম হয় না। এই কাৰণেই কেহ কেহ গ্ৰীষ্মকালে ছাতাব কাল কাপডেৰ উপৰ আব একটা শাদা কাপড় বসাইয়া লন।

কোন দ্ৰব্য হইতে যদি উপযুক্ত তিনটি উপায়ে তাপ নিৰ্গত হওয়া বন্ধ কৰা যায় তৰে দ্ৰব্যটি একই বকম উষ্ণ বা শীতল থাকিয়া যাইবে। থাৰ্মস ফ্লাস্কে (Thermos flask) এই তিন উপায়ে যাহাতে তাপ চলাচল কৰিতে না পাবে তাহাব অনেকটা ব্যবস্থা কৰা হইয়াছে। একেবাবে উক্ত প্ৰক্ৰিয়া কম্বাটৰ পথ

বন্ধ কবা কোন প্রকাৰে সম্ভৱ নয়। ফলে ইহাতে কোন দ্ৰব্য ৰাখিলে ২৪ ঘণ্টা পৰ্যন্ত দ্ৰব্যটি এক ব্লক উষ্ণতায় থাকিতে পাবে।

ছুইটি দেওয়ালবিশিষ্ট একটা কাচেৰ বড মুখওয়ালা বোতল—দেওয়াল ছুইটিৰ মধ্যবৰ্তী স্থানে বায়ু আবদ্ধ আছে। বাহিৰেৰ বায়ুৰ সহিত এই বায়ুৰ কোনও ৰূপে সংযোগ নাই। কাচেৰ দেওয়ালগুলি আয়নাৰ মত চক্চকে কৰিয়া পালিশ কৰা। একটা টিনেৰ পাত্ৰে কৰ্কেৰ উপৰ এই কাচেৰ পাত্ৰটি আবদ্ধ থাকে এবং চাবিদিকেই কৰ্ক দিয়া টিনেৰ পাত্ৰেৰ সহিত উহাৰ ব্যৱধান বন্ধ কৰা হয়। টিনেৰ পাত্ৰটিৰ মুখ প্যাচ ওয়ালা টিনেৰ ঢাকনি দিয়া বন্ধ কৰা যায় এবং ভিতৰেৰ কাচেৰ পাত্ৰটিৰ মুখ কৰ্ক দিয়া বন্ধ বাধা হয়। ইহাই হইল থাৰ্ম'স ফ্লাস্ক।



৬০ নং চিত্ৰ—থাৰ্ম'স ফ্লাস্ক

যখন কাচ পাত্ৰেৰ ভিতৰ কোন পদাৰ্থ থাকে তখন ইহাৰ কাচেৰ দেওয়াল ভেদ কৰিয়া সহজে তাপ পৰিৱাহিত হইতে পাবে না। কাৰণ কাচ এবং বায়ু উভয়ে ভাল তাপ পৰিৱাহী নহে। তহুপৰি কাচ পাত্ৰেৰ গা চক্চকে হওয়াৰ ভিতৰেৰ তাপ ভিতৰে এবং বাহিৰেৰ তাপ বাহিৰেই বিকিৰিত কৰে। কাজেই সহসা ভিতৰেৰ তাপ বাহিৰে এবং বাহিৰেৰ তাপ ভিতৰে আসিতে পারে না। ফলে ভিতৰেৰ দ্ৰব্য অনেকক্ষণ ধৰিয়া একৰূপ উষ্ণ থাকিয়া যায়।

তোমবা সকলেই জান, ছুপুৰে যখন সূৰ্য আমাদেৰ মাথাৰ উপৰে উঠে, তখন তাহাৰ তেজ্জ যেমন প্ৰখৰ, সকালে পূৰ্বাকাশে ইহা যখন উঠিতে থাকে কিংবা বৈকালে পশ্চিমাকাশে যখন চলিয়া পড়ে, তখন তেমন প্ৰখৰ নয়। সূৰ্য বিভিন্ন সময়ৰে যে বিভিন্ন পৰিমাণ তাপ দিতেছে, তাহা নহে; ইহা সকল সময়ই সমভাবে তাপ দেয়, কিন্তু পৃথিবী উহাৰ যে অংশ পাইতেছে, তাহা সকল সময় সমান নয়।

এই সূর্যোত্তাপে এবং ইহার হ্রাস বৃদ্ধির জন্ত নানা প্রাকৃতিক ঘটনা ঘটিয়া থাকে।

পূর্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে, কোনও পদার্থে তাপ প্রয়োগ করিলে সময় সময় তাহার অবস্থান্তর ঘটিয়া থাকে। কঠিন বস্তুতে তাপ প্রয়োগ করিলে সময়বিশেষে উহা তরল পদার্থে পরিণত হয়, আবার তরল পদার্থেও তাপ দিলে উহা একসময়ে বাষ্পাকারে পরিণত হয়। এক টুকু বা বরফে তাপ প্রয়োগ করিলে উহা শীতল গলিয়া জল হয় এবং সেই জলে উত্তাপ দিলে বাষ্প হয়।

বাষ্পীভবন ও ঘনীভবন—একটি কড়ায় খানিকটা জল লইয়া উত্তাপ দিতে থাক, দেখিবে জল ক্রমশই কমিয়া যাইতেছে এবং সেই পাত্রের উপর শাদা ধোঁয়াব ছায় কি উঠিতেছে। এই শাদা ধোঁয়াব উপর যদি একখানি প্লেট ধর,—দেখিবে প্লেটখানির উপর বিন্দু বিন্দু জল জমিয়া আছে। এ জল কোথা হইতে আসিল? উত্তাপে বড়ার জল বাষ্পের আকার ধারণ করিয়া বায়ুমণ্ডলের সহিত মিশিয়া যাইতেছিল। প্লেটের শীতল গাত্র লাগিয়া তাহার বিয়দংশ জমিয়া পুনরায় জল হইয়া গিয়াছে। উত্তাপ পাইয়া জলের বাষ্পাকার ধারণ



৬১নং চিত্র—জলীয় বাষ্পের ঘনীভবন

করাকে **বাষ্পীভবন (Vaporisation)** কহে এবং যে কোনও কারণে বায়ুর উষ্ণতা যথেষ্ট কমিয়া গেলে বায়ুমধ্যস্থ জলীয় বাষ্পের জমিয়া যাওয়াকে **ঘনীভবন (Condensation)** বলে।

কেটলীতে জল গরম করিবার সময় ঠিক এইরূপ ব্যাপার দেখা যায়। জলীয় বাষ্প কেটলীর নল হইতে জোবে নির্গত হইয়া কিছু দূরে শীতল বায়ুর সংস্পর্শে আসিয়া জমিয়া যায় ও কুয়াসা

ছায় দেখায় (৬১নং চিত্র)। কিন্তু কেটলীর ঠিক নলমুখে উহা উষ্ণ থাকে বলিয়া

দৃষ্টিগোচর হয় না। কেবল আগুনের তাপ পাইলেই যে জল বাষ্পে পরিণত হয়, তাহা নহে; সর্বদাই জল হইতে বাষ্পোদগম হইতেছে। একটা বেকারীতে অল্প একটু জল লইয়া ঘবেব মেঝের বাথিয়া দাও। ২৩ দিন পবে দেখা যাইবে যে, জল শুকাইয়া গিয়াছে ও পাট্রটি খালি পড়িয়া আছে। ভিজা কাপড় হাওয়ায় মেলিয়া দিলে শুকাইয়া যায়। তোমরা গ্রীষ্মকালে ছোট ছোট পুকুর, ডোবা, জলামাঠ প্রভৃতি শুকাইতে দেখিয়াছ। এই সব ক্ষেত্রে সূর্যের তাপে ও বায়ুর তাপে জল ধীরে ধীরে বাষ্পাকারে অদৃশ্য হয়।

তাহা হইলে দেখা গেল জলকে বাষ্পে পরিণত কবিতো তাপের আবশ্যক। বাহির হইতে আগুনের তাপ দিলে বাষ্পোদগম দ্রুত হয়, তাহা না হইলে বাষ্পোদগম ধীরে ধীরে হইতে থাকে। ধীরে বাষ্পোদগম ক্রিয়ায় তাপ-হরণ হেতু কিঞ্চিৎ শৈত্যের উৎপত্তি হয়। গ্রীষ্মে যখন আমাদের শরীর ঘর্মাক্ত হয়, তখন পাখার বাতাস খাইলে শরীর শীতল হয়, ইহাৰ কাৰণ পাখার বাতাসে যখন বায়ু বাষ্পাকারে উড়িয়া যায়, তখন বাষ্পে পরিণত হইতে গেলে যে তাপের প্রয়োজন, তাহাৰ কিয়দংশ আমাদের শরীর হইতে গৃহীত হয়, সেইজন্য আমবা ঠাণ্ডা বোধ কবি। জল ঠাণ্ডা কবিতো আমবা বালিমাটির কলসী পছন্দ কবি, কাৰণ এইকপ কলসীর স্থল্ল স্থল্ল ছিদ্রপথে জলকণা বাহিরে আসে ও কলসী হইতে তাপ শোষণ করিয়া বাষ্পাকারে পরিণত হয়।

জল হইতে নিম্নতই যে বাষ্পোদগম হয়, তাহাৰ দ্রুততা জলের উষ্ণতাৰ উপর নির্ভব কবে। এক কড়া জল উনানে চাপাইলে দ্রুত বাষ্পোদগম হওয়াৰ জল শীঘ্র কমিয়া যায়, কিন্তু একট ছোট বেকারীতে সামান্য পরিমাণ জল বাথিলেও তাহা শুকাইয়া যাইতে যথেষ্ট সময় লাগে। তোমরা বোধ হয় জান না যে, সহবে অনেক স্থানে আজকাল কলের সাহায্যে কাপড় কাচিবার ব্যবস্থা আছে। ঘোব বর্ষাব দিনেও এক দিনে কাপড় কাচিয়া শুকাইয়া লওয়া যায়। কাচা কাপড়গুলি শুকাইবার জন্য বাষ্পপূর্ণ নল দ্বাৰা উত্তপ্ত বন্ধ-গৃহেব মধ্যে টাঙ্গাইয়া রাখা হয়। ইহাতে ১০।১২ মিনিটের ভিতর উহাৰা শুকাইয়া যায়।

আবাব জল তলেব আরতন যতই বড় হয় অর্থাৎ জলপাত্র যতই প্রশস্ত হয়, বাষ্পীভবনও তত দ্রুত হয়। গবম চা প্লেটে ঢালিলে ঠাণ্ডা হয়; তাহাব কাবণ, ওরূপ কবায় বিস্তৃত তল হইতে এককালে যথেষ্ট বাষ্পোদগম হয়। এই জন্তই বাটিব দুধ অত্যন্ত গবম থাকিলে মেয়েবা এক বাটি হইতে অল্প এক বাটিতে তাহা ঢালাঢালি কবিয়া ঠাণ্ডা কবেন।

বাতাস বহিলেও বাষ্পোদগম দ্রুত হয়। তাহাব কাবণ এই যে, জলীয়-বাষ্প-সিক্তবায়ু বাতাসে সবিয়া যায় ও পার্শ্ব হইতে শুষ্ক বায়ু আসিয়া বাষ্প গ্রহণ কবিতে থাকে। আবাব বাতাস যতই শুষ্ক হইবে, উহাব দ্বাৰা বাষ্পশোষণও ততই দ্রুত হইবে। এই কাবণে শীতকালেব শুষ্ক বাতাসে ভিজা কাপড় শীঘ্রই শুকায়, আমাদের গা ঠোঁট প্রভৃতি ফাটে।

বাতাসে জলীয় বাষ্প—উপবে বলা হইয়াছে যে, ক্ষুদ্র ও বৃহৎ সকল জলাশয় যথা—খালবিল, নদনদী ও সমুদ্র হইতে প্রতিনিয়ত প্রভূত জল বাষ্পাকাবে উঠিতেছে। এতদ্ব্যতীত প্রাণীদিগেব শবীব হইতে এবং গাছপালা হইতেও নিয়ত জলীয় বাষ্প উঠিতেছে। এই সকল বাষ্প যার কোথায়? ইহাদেব সমস্তই বায়ুব মধ্যে অদৃশ্য হইবা মিশিয়া থাকে। কিন্তু বায়ুব বাষ্প-ধাবণ-ক্ষমতাবও একটা সীমা আছে। নির্দিষ্ট পৰিমাণ বায়ু একটি নির্দিষ্ট পৰিমাণ জলীয় বাষ্প অদৃশ্য অবস্থায় ধাবণ কবিতে পাবে। যখন কোন স্থানেব বায়ু সেই নির্দিষ্ট পৰিমাণ জলীয় বাষ্প ধাবণ কবে, তখন সে বায়ুকে 'সংপৃক্ত' বায়ু কহে। বর্ষার বৃষ্টিব সময় ভিজা কাপড় সহজে শুকাইতে চায় না, ইহাব কাবণ স্থানীয় বায়ু ইতিপূর্বে প্রায় পৰিগৰ্ভিত হইয়া আছে। শীতে ঠিক ইহাব বিপবীত ব্যাপাব হয়। স্বৰ্ণ-তাপেব অল্পতা হেতু জল হইতে বাষ্প অল্প পরিমাণে উথিত হয়; সেইজন্তই অপেক্ষাকৃত শুষ্ক বায়ু ভিজা কাপড়েব জল শীঘ্রই টানিয়া লয়।

বাতাসে যে সর্বদাই জলীয় বাষ্প আছে, তাহা অতি সহজেই প্রমাণ করা যায়। একটি কাচের গ্লাসে খানিকটা জল লও এবং উহাতে কয়েক টুকরা

ববফ* ফেলিয়া দাও। লক্ষ্য কবিয়া দেখ, মাসেব বাহিরেব গারে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলকণা জমিয়াছে। এই জল বাষ্পাকারে মাসেব চাবিদিকেব বায়ুতে মিশিয়া ছিল, ঠাণ্ডা মাসেব সংস্পর্শে আসিয়া জলবিন্দুতে পরিণত হইয়াছে।

উষ্ণ ও শীতল বায়ুর জলীয় বাষ্পধারণ ক্ষমতা—ইতিপূর্বেই উল্লিখিত হইয়াছে যে, ভূপৃষ্ঠেব বিভিন্নরূপ জলাধার হইতে সর্বদা যে জলীয় বাষ্প উত্থিত হইতেছে তাহা বায়ুমণ্ডলে অদৃশ্যভাবে মিশিয়া আছে এবং বায়ুরও জলীয় বাষ্প ধারণ কবিবাব একটা নির্দিষ্ট সীমা আছে। যখন কোনস্থানেব বায়ু যতটুকু বাষ্প ধারণ করিতে পাবে, ঠিক ততটুকু ধারণ কবে, তখন সেই বায়ুকে সংপূর্ণ বায়ু বলে। এই সংপূর্ণতা বায়ুর উষ্ণতাৰ উপব নির্ভব কবে। বায়ু শীতল অবস্থায় যে পবিমাণ জলীয় বাষ্প ধারণ কবিতে পাবে, উষ্ণ হইলে তদপেক্ষা অনেক অধিক পবিমাণ বাষ্প ধারণ কবিয়া বাখে। শীতকালেব ভোব বেলাৰ যে কুয়াসা দেখা যায়, বেলা হইলে তাতা আব দেখা যায় না। ইহাব কাৰণ, বেলা বাড়িবাব সঙ্গে সঙ্গে বায়ুর উষ্ণতা বাড়ে এবং উহা অধিক বাষ্প ধারণ কবিতে সক্ষম হয়। স্নতবাং কুয়াসাৰ আকাৰে যে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলকণা ভোবেব ঠাণ্ডায় দেখা গিয়াছিল, তাহা বাষ্পে পবিণত হইয়া অদৃশ্য হয়।

ঐরূপ আবাব গৰম বায়ু যতটা বাষ্প ধবিয়া বাখে, শীতল হইলে উহাই আব তত বাষ্প অদৃশ্যভাবে ধবিয়া বাখিতে পাবে না। উপবে এক পবীক্ষায় দেখিযাছ, শীতল জলপূর্ণ মাসেব বাহিৰেব গাৰে বিন্দু বিন্দু জল জমিযা থাকে। উহাব কাৰণ, মাসেব চতুপার্শ্বস্থ বায়ু শীতল মাসেব সংস্পর্শে শীতল হয় ও ইহাব বাষ্প-ধারণ-ক্ষমতা কমিযা যায়। যে বাষ্পটুকু ইহা আয় ধবিয়া বাখিতে পাবিল না, তাহাই জলবিন্দুব আকাৰ ধারণ কবে।

বায়ু গৰম হইলে অধিক বাষ্প ধারণ কবে কেন? বায়ু যতই গৰম হয়, ততই উহার আয়তন বর্ধিত হয়, অর্থাৎ বায়ুৰ অণুগুলিৰ মধ্যে পবস্পৰেব ব্যবধান ততই বৃদ্ধি পায়। স্নতবাং পূর্বে অণুগুলিৰ ফাঁকে যে পবিমাণ বাষ্প

থাকিতে পাবিত, আয়তন বৃদ্ধি পাইলে তদপেক্ষা অধিক পৰিমাণ বাষ্প থাকিতে পাবে।

জলীয় বাষ্প বায়ু অপেক্ষা অনেক হাল্কা। সেই জন্তই উহা উপবে উঠিয়া বায়ুব সহিত মিশ্রিত হয়, অতএব জলীয় বাষ্প মিশ্রিত বায়ু শুষ্ক বায়ু অপেক্ষা লঘু হয় এবং উপবে উঠিতে থাকে। আবাব বায়ু যতই ধাঘু হয়, উহাব চাপও ততই কমিয়া যায়। স্রুতবাং যখন যেস্থানে বায়ুতে বহুল পৰিমাণে জলীয় বাষ্প মিশ্রিত থাকে, তখন সেই স্থানে ব্যাবোমিটারেব পাবদস্তম্ভেব উচ্চতা কমিয়া যায়। এইজন্ত বর্ষাকালে ব্যাবোমিটারে পাবদ নামিয়া যায়। যন্তেব পাবদ অত্যধিক নামিয়া গেলে বুঝিতে হইবে যে, স্থানীয় বায়ুমণ্ডলেব চাপ অত্যন্ত কমিয়া গিয়াছে এবং অন্তস্থান হইতে অপেক্ষাকৃত শুষ্ক ও ভারী বায়ু ছুটিয়া আসিয়া ঝড় তুলিতে পাবে। মানমন্দিবে প্রত্যহ নিৰ্ধারিত ভাবে ব্যাবোমিটারেব সাহায্যে বায়ুব চাপ দেখা হয় এবং তাহা হইতে আবহাওয়া সম্বন্ধীয় ঝড়বৃষ্টি প্রভৃতিব পূর্বাভাস সাধাবণেব অবগতিব জন্ত প্রচাৰিত হইয়া থাকে।

উষ্ণ বাতাসেব জলীয় বাষ্প প্রাকৃতিক কাৰণে ঠাণ্ডা হইলে কি হয় এইবাব বলিতেছি।

পূর্বেই তোমাদিগকে বলা হইয়াছে যে উষ্ণ বায়ু যত বাষ্প ধারণ কৰিয়া বাগিতে পাবে, শীতল হইলে তাহা আৰ ততটা বাষ্প অদৃশ্যভাবে ধৰিবা বাগিতে পাবে না। ইহাব উদাহৰণও তোমবা পূর্বে পাইয়াছ, ফুটন্ত জলেব বাষ্পেব উপব ধৃত স্নেটে ও শীতল জলেব মাসেব গায়ে বাষ্প জমিয়া জলবিন্দুব আকাৰে দেখা দেয়, কেটলীৰ মুখ হইতে ফুটন্ত জলেব বাষ্প শীতল বায়ুব সংস্পর্শে জলকণাতে পৰিণত হইয়া কুয়াসাৰ মত দেখায় (৬১ নং চিত্র দেখ)। প্রাকৃতিক উপায়ে বাতাস যখন শীতল হয়, তখন বায়ুব জলীয় বাষ্প এইভাবেই জলকণাব আকৃতি পায়। এই জলকণাকেই আমরা শিশিৰ, কুয়াসা, মেঘ ও বৃষ্টিব আকাৰে দেখি। এখন এইগুলিৰ সম্বন্ধে তোমাদিগকে একে একে বলিতেছি।

শিশির—দিনেব বেলায় সূর্য কিবণে বিভিন্ন জলাধার হইতে প্রচুব পবিমাণে বাষ্প উঠিয়া বায়ুমণ্ডলে ভাসিয়া থাকে। বাত্রে আকাশ পবিস্কাব থাকিলে ভূপৃষ্ঠ ও তদুপবিস্থ দ্রব্যাদি তাপ বিকিবণ কবিয়া শীতল হয়। ঐ সকল শীতল বস্তুব সংস্পর্শে আসিয়া তল্লিকটস্থ বায়ুও শীতল হয়। তখন সেই বায়ু আব পূর্বেব ত্রায অধিক জলীয় বাষ্প ধবিয়া বাথিতে পাবে না, এবং উহাব উদ্ধৃত্ত জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হইয়া শীতল বস্তুব গাষে জলবিন্দুব আকাবে দেখা দেয়, ইহাবই নাম শিশির। অতএব দেখ, শিশিবেব জল বৃষ্টিব ফোঁটাব মত আকাশ হইতে পড়ে না, শীতল বস্তুব চাবিপার্শ্বস্থ জলীয় বাষ্পই বাত্রিব ঠাণ্ডায় জমিয়া শিশিবেব আকাব ধাবণ কবে।

তবেই দেখা যাইতেছে, যে সকল বস্তু বাত্রিবালে শীঘ্র শীঘ্র তাপ ত্যাগ কবিয়া শীতল হয় তাহাদেবই গাষে শিশিব অধিক পবিমাণে জমে। এইজন্তই ছুবঁদাস, গাছেব পাতা, কাল পাথব, ঘবেব চালেব টিন প্রভৃতিতে প্রচুব পবিমাণে শিশিব দেখা যায়। ইট, কাঠ প্রভৃতি শীঘ্র তাপ ত্যাগ কবিয়া ঠাণ্ডা হইতে পাবে না, কাজেই উহাদেব উপব তেমন শিশিব জমে না।

মেঘলা বাত্রিতে বেশী শিশিব পড়ে না। আকাশে মেঘ থাকিলে পৃথিবী হইতে যে তাপ বিকিবিত হয়, তাহা মেঘে বাধা পাইয়া পুনবায় পৃথিবীতে ফিবিয়া আসে, তাই মেঘলা দিনে আমবা গবম বোধ কবি, চল্টি কথায় ইহাকে গুমট্ বলে। ফলে তখন কোন জিনিষ অধিক ঠাণ্ডা হইতে পাবে না বলিয়া কোনও পদার্থে শিশিব জমে না। অল্পকপ কাবণেই গাছতলায বা ঝোপেব ভিতব শিশিব দেখা যায় না।

আবাব প্রবল বাতাস বহিলেও বেশী শিশিব পড়ে না। কাবণ, ঘাস প্রভৃতি তাপ বিকিবণ দ্বাবা শীতল হইলেও উহাদেব উপবকান বায়ু, বাতাসেব জন্ত এক স্থানে স্থিব থাকিয়া শীতল হইতে পায় না, তজ্জন্ত জলীয় বাষ্পগুলি ঘনীভূত হইবার স্ত্রযোগ পায় না।

শীতকালে পৌষ মাঘ মাসে বায়ু খুব শীতল হওয়া সত্ত্বেও শিশিব যথেষ্ট

পরিমাণে দেখা যায় না। ইহাব কাণ শীতকালের সূর্যতাপের অল্পত্ব হেতু বাতাসে জলীয় বাষ্প কম থাকে। আবার গ্রীষ্মকালে বায়ুর মধ্যে যথেষ্ট জলীয় বাষ্প থাকিলেও বাত্রে ভূপৃষ্ঠ যথোচিত শীতল হইতে না পাবার শিশির জমিতে পাবে না। এখন তোমরা বুঝিতে পারিবে যে, কেন ভাদ্র আশ্বিন মাসে প্রচুর শিশির পড়ে।

ইহাও হয়ত লক্ষ্য করিয়া থাকিবে যে অস্ত্রান্ত পদার্থ অপেক্ষা গাছপালাব পাতায় অধিক পরিমাণে শিশির জমিয়া থাকে। এই শিশিব যে শুধু বায়ুস্থত বাষ্প হইতে জমে তাহা নহে; গাছের পাতা হইতেও কিয়ৎ পরিমাণে বাষ্প উঠিয়া থাকে। এই বাষ্প এবং বায়ব বাষ্প উভয়ে ঘনীভূত হইয়া শিশিবেব আকাবে দেখা দেয়।

মোটের উপর দেখা গেল, বায়ু জলীয়-বাষ্প-বহুল হইলে, আকাশ মেঘশূন্য থাকিলে, স্থিৰ বায়ুতে উষ্ণত্ব স্থানে, উত্তম তাপবিকিবণকাৰী পদার্থের উপর শিশিব অধিক পরিমাণে জমে।

কুয়াসা—(mist) সাধাবণত শীতের শেষে, প্রত্যুষে, মধ্যে মধ্যে কুয়াসা দেখা যায়। সময় সময় ইহা এত নিবিড় হয় যে, দূর বাবো হাত দূবেব বস্তুও দেখিতে পাওয়া যায় না। তোমরা বোধ হয় দেখিয়াছ, কুয়াসার বাহিব হইলে জামাকাপড় ভিজিয়া যায়, তাহাতে নিশ্চয় বুঝিয়াছ যে, কুয়াসা খুব ছোট ছোট জলকণা ব্যতীত আর কিছুই নয়।

যখন ভূপৃষ্ঠের নিকটবর্তী বায়ুবাশি, বায়ুমণ্ডলের উপরকার বায়ু অপেক্ষা অধিক শীতল হয়, তখন ইহাব জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হইয়া কুয়াসাব সৃষ্টি কবে। কখনও কখনও জলীয়বাষ্পপূর্ণ গরম বাতাস, শীতল জল বা ভূমির সংস্পর্শে কুয়াসার উৎপত্তি কবে।

বিস্তীর্ণ জলাশয় কিংবা জলাভূমিব বায়ুতে কুয়াসা বেশী জন্মে। রাত্রে জল, বায়ু ও স্থল অপেক্ষা উষ্ণ থাকে, সেইজন্য ঐ সময় জল হইতে যথেষ্ট বাষ্প উত্থিত হইয়া উপরিস্থিত বায়ুকে প্রায় সম্পৃক্ত করিয়া বাখে। ভোয়েব দিকে যখন

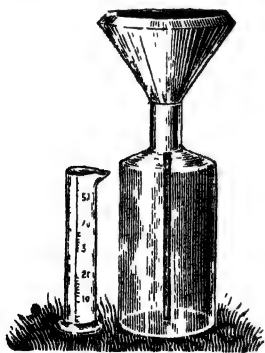
বাতাস খুব বেশী ঠাণ্ডা হয়, তখন ঐ বাষ্প শীতল হইয়া কুয়াসাৰ সৃষ্টি করে। বেলা বাড়িবাব সঙ্গে সঙ্গে সূর্যোত্তাপে বায়ু ক্রমশ উত্তপ্ত হয়। উত্তপ্ত বায়ুর বাষ্পধাবণক্ষমতা বেশী, সুতরাং কুয়াসা আকারেব জলকণা পুনৰায় বাষ্পাকাৰে বায়ুব সহিত মিশ্রিয়া যায় বলিয়া আমবা কুয়াসাকে ধীবে ধীবে অন্তৰ্হিত হইতে দেখি।

মেঘ ও বৃষ্টি—মেঘ ও কুয়াসাৰ মধ্যে বিশেষ কোনও পার্থক্য নাই। ভূপৃষ্ঠ হইতে কিছু উপবে বায়ুবাশিব জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হইলে মেঘেব আকাৰে দেখা যায়। নানাবিধ জলাশয় হইতে যখন জলীয় বাষ্প উথিত হইয়া বায়ুব সহিত মিশ্রিত হয়, তখন এই জলীয়বাষ্পমিশ্রিত বায়ু লঘু হওয়ার উপব দিকে উঠিতে থাকে। উপবেব বায়ু নিচেব বায়ু অপেক্ষা শীতল, তাহা তোমবা পূৰ্বেই শিখিয়াছ। এই জন্ত জলীয়বাষ্পমিশ্রিত বায়ু যতই উপবে উঠিতে থাকে, ততই শীতল হইতে শীতলতব হয়। অধিকন্তু, উপবেব বায়ু লঘু ও ইহাব চাপ কম বলিয়া উধ্ব'গামী বাষ্পপূর্ণ বায়ু প্রসাৰিত হয়, তাহাতেও কিছু শীতল হয়। এই শীতল বায়ুর বাষ্পধাবণক্ষমতা কমিয়া যাওয়ার সংপৃক্ত হইবাব পব যে অতিবিক্ত জলীয় বাষ্প থাকে, তাহাই জলকণায় পবিণত হইয়া মেঘের আকাৰ ধাবণ কবে। এই সকল জলকণা বায়ু অপেক্ষা গুৰু বলিয়া নিচেব দিকে পড়িতে থাকিলে ভূপৃষ্ঠ হইতে উথিত উধ্ব'গামী উষ্ণ বায়ুব সংস্পর্শে আসিয়া পুনৰায় বাষ্পাকাৰে উপবে উঠে। উপবে উঠিবা শীতল হইবা আবাব মেঘে পবিণত হয়। এইরূপ ক্রমাগত উঠানামা কবাব বলে সহজে ইহাবা মাটিতে পড়িবা যায় না। অধিকন্তু ইহাবা আকাৰে এত ক্ষুদ্র যে, বায়ুবাশিতে ভাসিবাও বেড়াইতে পাৰে।

যখন এই ভাসমান জলকণাগুলি পবস্পাব মিলিত হইয়া জলবিন্দুতে পবিণত হয়, তখন কিন্তু আর বায়ুতে ভাসিতে পারে না, নিচে পড়িতে থাকে। ইহাকেই আমরা **বৃষ্টি-পাত** বলি। যখন এই জলবিন্দু বায়ুব উচ্চস্তব হইতে পড়িতে থাকে, তখন পতনকালে নিচেব বায়ুস্তবগুলি হইতে জলীয় বাষ্প সংগ্রহ করিয়া আকাৰে

বৰ্ধিত হয় ; এই কাৰণে আমবা বড় বড় বৃষ্টিৰ ফোঁটা পড়িতে দেখি। ক'খনও কখনও বা জলীয় বাষ্পপূৰ্ণ বায়ু, বাতাস দ্বাৰা চালিত হইয়া উচ্চ পৰ্বতগাত্ৰে প্ৰতিহত হইলে তাহাৰ জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হইয়া মেঘে পৰিণত হয় ; ক্ৰমে উহা হইতে বৃষ্টিপাত হয়। বৰ্ষাকালে ভাবতমহাসাগৰ হইতে আগত মৌসুমী বায়ু যখন আসামেৰ পৰ তমালাৰ বাধা পায়, তখন ইহা আসাম, উত্তৰবঙ্গ ও পূৰ্ববঙ্গে প্ৰচুব পৰিমাণে বাৰি-বৰ্ষণ কৰে। পৃথিবীতে আসিতে আসিতে যদি জলেৰ ফোঁটা হঠাৎ বায়ুমণ্ডলেৰ এমন স্তৰে আসিয়া পৌঁছায় যেখানকাৰ বায়ু কোনও বিশেষ কাৰণবশত অধিক শীতল হইয়া গিয়াছে, তখন জলেৰ ফোঁটা শীতলতা পাইয়া জমিয়া বৰফ হইয়া পড়ে। কখনও বা উপবেৰ বায়ু এত বেশী ঠাণ্ডা হয় যে, বাষ্প জলবিন্দুতে পৰিণত হইবাব সঙ্গে সঙ্গেই বৰফেৰ আকাৰ ধাৰণ কৰিয়া ভূপৃষ্ঠে পড়ে, ইগাকেই শিলাবৃষ্টি বলে।

কোনও দেশেৰ আৰ্থিক অবস্থা সেই দেশে বৃষ্টিপাতেৰ উপৰ বহুল পৰিমাণে



৬২ নং চিত্ৰ—বৃষ্টিমান যন্ত্ৰ

নিভল কৰে। বাৰণ, বৃষ্টিৰ অভাব হইলে শস্তাদি জন্মিতে পাবে না, নদনদী শুকাইয়া যায় এবং জলপথে বাণিজ্য দুৰ্দ্ধব হইয়া উঠে। আবাব অতি বৃষ্টিতেও মানুষেৰ নানাকপ কষ্ট হয়। এই সব অসুবিধাৰ প্ৰতিবিধান কৰিতে হইলে বোখায় কি পৰিমাণ বৃষ্টি হয়, তাহা প্ৰথমেই জানা উচিত।

বৃষ্টিৰ পৰিমাণ নিৰ্ণয় কৰিবাব জন্ত যেন যন্ত্ৰ ব্যবহৃত হয়, তাহাৰ নাম বৃষ্টিমান যন্ত্ৰ (Rain gauge) (৬২ নং চিত্ৰ)

সাধাৰণত একটা বড় বোতল, একটা মাপিবাব গ্লাস ও একটা ফানেল, এই তিনিটিৰ সমষ্টিকে বৃষ্টিমানযন্ত্ৰ ধৰা হয়। বোতলটিৰ মুখে ফানেলটি বসাইয়া যে

স্থানে বৃষ্টি পড়িতে কোনও বাধা পায় না, এমন ফাঁকা জায়গায় বসাইয়া বাধা হয়। যাহাতে অন্তস্থানের জল কোনওরূপে ছিটকাইয়া ফানেলে পড়িতে না পাবে এবং যাহাতে কেবলমাত্র মেঘ হইতে যে জলের ফোঁটাগুলি পড়ে, তাহাবা একেবারে ফানেলে পড়ে, সে বিষয় লক্ষ্য রাখা উচিত। পরে বোতলে সঞ্চিত জল মাপিবার গ্লাসে ঢালিয়া কত উচ্চ হয়, তাহা স্থির করা হয়। মাপিবার গ্লাসের মুখ ও ফানেলের মুখ যদি সমান হইত, তবে গ্লাসে যত ইঞ্চি জল দাড়াইত, তাহাই ফানেলের মুখেব ক্ষেত্রফল পৰিমিত স্থানের উপর বৃষ্টির পৰিমাণ হইত। কিন্তু সুবিধাব জন্ত মাপেব গ্লাসটিকে একপ লওয়া হয় যে, উহাব মুখেব ক্ষেত্রফল এক বর্গইঞ্চ এবং ফানেলের মুখেব ক্ষেত্রফল পাঁচ বর্গইঞ্চ। তাহা হইলে এক ইঞ্চি পৰিমাণ বৃষ্টি, মাপেব গ্লাসে পাঁচ ইঞ্চি উচ্চ হইবে, কিন্তু মাপেব গ্লাসেব সেখানে ১ ইঞ্চি দাগ দেওয়া থাকে। ইহাতে সুবিধা হয় যে এক ইঞ্চেব শতাংশ পৰিমাণ বৃষ্টিও ইহা হইতে সহজে নির্ণয় করা যাইতে পাবে। এই যন্ত্রেব সাহায্যে প্রত্যেক দিনেব হইতে প্রত্যেক মাসেব ও প্রত্যেক মাসেব হইতে সাবা বৎসেবব গড় বৃষ্টিপাতেব পৰিমাণ পাওয়া যায়।

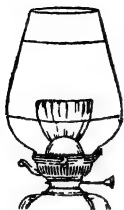
দেখা গিয়াছে যে, ভাবতবর্ষেব চেবাপুঞ্জী নামক স্থানে এবং প্রশান্ত মহাসাগবেব হাউই দ্বীপে অন্তান্ত স্থান অপেক্ষা বেশী বৃষ্টি হয়। কবমগুল উপকূলে ও মাদ্রাজেও যথেষ্ট বৃষ্টি হইয়া থাকে।

বায়ুর উপর তাপের ক্রিয়া

জলন্ত উনানেব তাপে উহাব উপবেব বায়ুতে পৰিচালন ক্রিয়া আবস্ত হয়, একথা পূর্বেই বলিয়াছি। উনানেব উপব উষ্ণ বায়ুয শ্রোত কয়লাব কণিকা সঙ্গে লইয়া ধোঁয়াব আকাবে উপবে উঠিতে থাকে, পাশেব শীতল বায়ু আসিয়া তাহাব স্থান অধিকার কবে

এইরূপে টেবিল ল্যাম্পেব চিমনীতেও বায়ুয পৰিচালন ক্রিয়া চলে। চিমনী মধ্যস্থ বায়ু আলোর শিখাব তাপে উত্তপ্ত হয় ও লঘু হইয়া উপরে উঠে। চিমনীর

তলাব ছিদ্রপথ দিয়া (৬৩নং চিত্র) বাহিবেব শীতল ঘন বায়ু চিমনীৰ মধ্যপ্ৰবেশ



৬৩নং চিত্র চিমনীৰ মধ্য
বায়ু-প্রবাহ

কৰে ও দীপ শিখাকে প্রজ্জ্বলিত বাখে। যদি ছিদ্রগুলি বোঁনওকপে বন্ধ কৰিয়া দেওয়া হয় তবে আলো নিভিয়া যায়। চিমনীৰ গবম বায়ু যে উৰ্ধ্ব উঠে, তাহা পৰীক্ষা কৰিবাব ভন্ত্ৰ চিমনীৰ কিছু উপবে হাত বাখিলে উৰ্ধ্বগামী উষ্ণবায়ু প্রবাহে হাতে তাপ লাগিবে। খুব পাতলা কাগজের ছোট ছোট টুকৰা চিমনীৰ উপবে ছাডিয়া দিলেও দেখিবে যে, তাহাবা এই বায়ুশ্রোতে উপব দিকে উঠিয়া যাউতেছে।

বলকাবখানাতে বড বড এঞ্জিনেব ধোঁয়াও এইকপে লম্বা লম্বা চিমনী দিয়া বাহিব হইয়া যায়।

উত্তপ্ত হইলে বায়ুতে কিৰূপ শ্রোত জন্মে তাহা পবেব পৰীক্ষা হইতে জানা যাইবে। একটি অগভীৰ পাত্র, কিছু জল, একটি মোমবাতি, একটি কাচের চিমনী, Tএব মত ভাবে কাটা একটি বার্ড বোর্ডের খণ্ড, গ্লাসডাব বা কাগজের সলিতা ও দেশলাই ইত্যাদি লইয়া নিম্নে বর্ণিত ভাবে পৰীক্ষাটি কৰ (৬৪নং চিত্র)।

পরীক্ষা :-

যাহা করিতে হইবে

১। অগভীৰপাত্রে বাতি জালিয়া আঁটিয়া বদাইতে হইবে ও পাবে ঐ পাত্রে জল ঢালিয়া দিতে হইবে।

২। বাতিটির উপর দিয়া চিমনীটি ঢুকাইয়া জল পৰ্ধন্ত ডুবাইয়া বদাও এবং কিছুক্ষণ অপেক্ষা কর।

যাহা দেখা যাইবে

বাতি জ্বলিতে থাকিবে।

বাতির শিখা ক্রমে নিম্নস্ত হইতে থাকিবে।

মন্তব্য

চিমনীৰ ভিতরের বায়ু উত্তপ্ত হইয়া বাহিবে আসিতে থাকিবে এবং সেই একই পথে বাহিরের বায়ু ভিতরে প্রবেশ করিতে পায না। কাজেই অক্সিজেন গ্যাসের অভাব ঘটে

যাহা কৰিতে হইবে

৩। এটাবাৰ কাৰ্ড বোৰ্ডটি
এমনভাবে চিমনীৰ মুখে
বসাও যেন ইহাৰ পাঁচিম-
নীৰ ভিতৰে এবং বাহু
দুইটি চিমনীৰ উপৰে থাকে।

৪। স্তম্ভটো বা কাগজেৰ
সলিতা পোড়া চিমনীৰ
মুখে ধৰ।

যাহা দেখা যাইবে

বাতিটি উজ্জ্বল হইয়া
অগ্নিৰে।

ইফাৰ ঘোঁষা কাৰ্ড
বোৰ্ডেৰ এক পাশ দিয়া
চিমনীৰ ভিতৰ প্ৰবেশ
কৰিবা অপর দিক দিয়া
বাহিৰ হইয়া আসিবে।

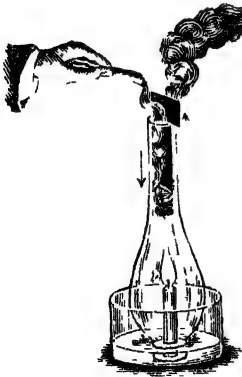
মন্তব্য

বায়ু হইতে অক্সিজেন বাতৰ
নিকটে আসিতে থাকিবে।

৫। দিক দিয়া সলিতাৰ ঘোঁষা
চিমনীৰ ভিতৰে বায়ু সেই দিক
দিয়া বাহিৰেৰ শীতল বায়ু ইহাৰ
মধ্যে প্ৰবেশ কৰে এবং অপর
দিক দিয়া উত্তপ্ত বায়ু বাহিৰ
হইয়া আসে।

নিম্নে পৰীক্ষাটিৰ চিত্ৰ দেওয়া হইল।

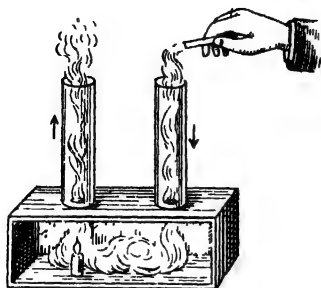
পূৰ্ব পৃষ্ঠাব পৰীক্ষাটি দুইটি চিমনীওয়ালা একটি বদ্ধ কাঠেৰ বাস্কেল
সাহায্যেও দেখান যায় (৬৫ নং চিত্ৰ)।
জলস্তব্ধাতিটি দেখিবাব জন্ত কাঠেৰ বাস্কেল
একটি দিক কাচ দিয়া প্ৰস্তুত কৰিয়া
লইতে হয়। এইকপ বাস্কেল চিত্ৰ দেওয়া
গেল



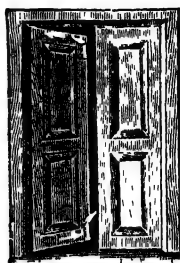
৬৫নং চিত্ৰ—বায়ু প্ৰবাহ

হয়। বাহিৰেৰ অপেক্ষাকৃত শীতল ও ঘন বায়ু দববজা-জানালাৰ ফাঁক দিয়া

ভিতরে প্রবেশ করে। এইরূপে ঘবে কাঁশু চলাচল করে। ইহাও তোমরা



৬৬নং চিত্র—বায়ুপ্রবাহ



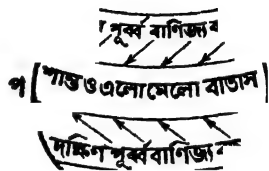
৬৬নং চিত্র—ঘরে বায়ুচলাচল

পরীক্ষা কবিয়া দেখিতে পাব। ঘরের সমস্ত দরজা, জানালা বন্ধ কবিয়া দরজার একটি কপাট তিন চাবি আঙ্গুল ফাঁক কবিয়া বাথ। একটি জ্বলন্ত বাতি ঐ কপাটটির উপর দিকে ফাঁকের কাছে ধব। দেখিবে, দীপশিখাটি গোলা দরজার বাহিরের দিকে বাকিয়া গিয়াছে। পূর্বে বাতিটি কপাটের তলায় ফাঁকের কাছে ধবিলে দেখিবে, ইহাব শিখা বাকিয়া ঘরের ভিতরদিকে হেলিয়া বহিয়াছে (৬৬নং চিত্র) কেন একপ হয় তোমরা সহজেই বুঝিতে পারিবে।

কোনও বাড়ীতে আগুন লাগিলে সেই স্থানে বাতাস প্রবলবেগে বহিতে থাকে। এবং ঐ প্রবল বাতাসের জন্ত ঘব বাড়ী এত শীঘ্রই পুড়িয়া যায় যে, তাহাকে বন্ধা কবিবাব অবসব খুব কমই পাওয়া যায়। বাতাস প্রবল হইবাব কারণ, এক সঙ্গে অনেকখানি স্থান ব্যাপিয়া বায়ু গবম হইয়া উপবে উঠিতে থাকে। এই বিস্তীর্ণ স্থান পূর্ণ কবিবাব জন্ত চাবিদিকের বায়ু প্রবল বেগে ছুটিয়া আসে।

যেমন আগুনের তাপে বায়ু প্রবাহের সৃষ্টি হয়, সূর্যের তাপেও পৃথিবীর উপর সেইরূপ বহুদূরব্যাপী বায়ুপ্রবাহ উৎপন্ন হয়। এই বায়ুপ্রবাহ ভিন্ন ভিন্ন নামে অভিহিত, যথা—বাণিজ্যবায়ু, মৌসুমীবায়ু, স্থলবায়ু ও সমুদ্রবায়ু।

সূর্যের বশি নিরক্ষ-প্রদেশে খাড়া হইয়া পড়ে এবং উহাৰ দুই পার্শ্বে নাতিশীতোষ্ণ-প্রদেশে ও মেক-প্রদেশে তির্যকভাবে পড়ে, স্নতবাং শেযোক্তস্থান অপেক্ষা নিরক্ষ-প্রদেশে অধিকতর উষ্ণ হয়। এইজন্য নিরক্ষ-প্রদেশের বায়ু উত্তপ্ত হইয়া উপর দিকে উত্থিত হয় এবং দুই পার্শ্ববর্তী দেশ হইতে বায়ুবাশি নিরক্ষ-প্রদেশে ছুটিয়া আসে, কিন্তু পৃথিবীর নিজেৰ আবত'ন আছে বলিয়া অামবা উহাদিগকে ঠিক উত্তর ও দক্ষিণ দিক হইতে আসিতে দেখি না। পৃথিবী নিজেৰ মেকদণ্ডেৰ উপর পশ্চিম হইতে পূর্ব দিকে ঘূৰিতেছে



৬৭নং চিত্র—বাগিজ্যাবায়ু

এবং সঙ্গে সঙ্গে পৃথিবীর উপবিস্তৃত বায়ু ঘূৰিতেছে। কিন্তু নিরক্ষ-প্রদেশের বায়ু যে বেগে ঘূৰিতেছে, তাহাৰ উত্তর ও দক্ষিণ-দিকেৰ বায়ু তদপেক্ষা কম বেগে ঘূৰিতেছে। ফলে উত্তর ও দক্ষিণদিক হইতে আগত বায়ু যথাক্রমে উত্তরপূর্ব ও দক্ষিণপূর্ব কোণ হইতে আসিতেছে বলিয়া মনে হয় (৬৭নং চিত্র)। বহুপূর্বে যখন কলেব জাহাজ আবিষ্কৃত হয় নাই, তখন নাবিকগণ এই বায়ুতে পাল তুলিয়া দিয়া জাহাজ চালাইত। তাত্কালে বাগিজ্যেৰ সুবিধা হইত বলিয়া, এই বায়ুৰ নাম বাগিজ্য-বায়ু (Trade wind)। ইহা বৎসবেৰ প্রায় সকল সময়েই বহে।

মৌসুমী বায়ু (Monsoon) নামে একপ্রকার সাময়িক বায়ু ভাবতবর্ষেৰ উপর দিয়া প্রবাহিত হয়। ইহা সাধারণত গ্রীষ্মেৰ শেষে জ্যৈষ্ঠ আষাঢ় মাসে এবং পুনবায় শীতকালে বহিয়া থাকে। গ্রীষ্মকালে সূৰ্য কৰ্কটক্রান্তিৰ নিকটবর্তী স্থানেৰ উপর লম্বভাবে কিবণ দেয়। স্নতবাং মধ্যএসিয়া ও ভাবতবর্ষেৰ ভূভাগ, দক্ষিণে ভাবতমহাসাগবেৰ জল অপেক্ষা অনেক বেশী উত্তপ্ত হয়। ইহাৰ ফলে ভাবতমহাসাগৰ হইতে বায়ুপ্রবাহ উক্ত ভূভাগেৰ দিকে অগ্রসৰ হয়; কিন্তু

পৃথিবীর আকর্ষণগতিব জন্ত উক্ত বায়ুকে দক্ষিণপশ্চিম দিক হইতে প্রবাহিত হইতে দেখা যায়। ইহা ভাবতমহাসাগরের উপর দিয়া আসিবার সময় প্রচুব জলীয় বাষ্প সংগ্রহ করে এবং ভাবতবর্ষের দক্ষিণ-পশ্চিম উপকূলে পশ্চিমঘাট পর্বতশ্রেণীতে বাধা পাইয়া মালাবার উপকূলে প্রচুব বাবি-বর্ষণ করে। বঙ্গোপসাগরের উপর দিয়া প্রবাহিত মোসুমী বাতাস আমাদের বঙ্গদেশে প্রবেশ করে এবং পবে আসামের পর্বতমালায় প্রতিহত হইয়া আসাম, উত্তরবঙ্গ ও পূর্ববঙ্গে যথেষ্ট বৃষ্টিপাত করে। বস্তুত আসামের চেচাপুঞ্জী প্রাদেশ যত বৃষ্টিপাত হয়, ভাবতবর্ষের আব বোনও স্থানে তত বৃষ্টি হয় না।

শীতকালে সূর্যের দক্ষিণাংশে অবস্থিতি বশত ঠিক ইহাব বিপরীত ব্যাপাব ঘটিয়া থাকে। সূর্য মকবক্রান্তির নিকটবর্তী স্থানে গায় মাথান উপরে থাকে। সূতবাং এই সময়ে মধ্যএশিয়া হইতে শীতল বায়ু সমুদ্রের দিকে বহিতে থাকে। আমাদের উত্তরে বিস্তীর্ণ জলভাগ নাই বলিয়া এই বায়ু শুষ্ক। এইজন্য শীতকালের ঠাণ্ডা উত্তরে হাওয়ায় আমাদের দেশে বৃষ্টি হয় না, কিন্তু এই বায়ুই বঙ্গোপসাগরের উপর দিয়া গিয়া পূর্বঘাট পর্বতশ্রেণীতে বাধা পাইয়া মাদ্রাজ প্রদেশের দক্ষিণপূর্ব উপকূলে ও সিংহলে বাবিবর্ষণ করে।

সূর্যের কিরণ সমুদ্র ও ভূমির উপর পতিত হইয়া উত্তম্নেই উত্তপ্ত করে। কিন্তু স্থলভাগ যত শীঘ্র উত্তপ্ত হয়, জল তেমন হয় না, এবং একবার উত্তপ্ত হইলে জল শীঘ্র তাপত্যাগ করিয়া শীতল হইতে চায় না। ফলে আমবা সমুদ্রের নিকটবর্তী স্থানে প্রতিদিনই সমুদ্রবায়ু ও স্থলবায়ু নামে দুই প্রকাব বায়ুপ্রবাহ দেখিতে পাই।

প্রায় মধ্যাহ্নকাল হইতে সন্ধ্যাব পৰ কিছুক্ষণ পর্যন্ত স্থলভাগ সমুদ্র অপেক্ষা অধিক উত্তপ্ত হইয়া থাকে। উত্তপ্ত স্থলভাগের সংস্পর্শে উহাব উপবিস্ত বায়ু উত্তপ্ত হয় এবং লঘু হইয়া উপরে উঠিয়া যায়। উহার স্থান পূর্ণ করিবার জন্ত সমুদ্রের উপবিস্ত অপেক্ষাকৃত শীতল এবং ঘন বায়ু স্থলভাগের দিকে ধাবিত হয় (৬৮নং চিত্র), এই বায়ুকে সমুদ্রবায়ু (Sea-breeze) বলে। কলিকাতা সমুদ্র হইতে প্রায় ৭০।৮০ মাইল দূরে অবস্থিত হইলেও বসন্ত এবং গ্রীষ্মকালে

তথায় দক্ষিণদিক হইতে যে স্নিগ্ধ সন্ধ্যাবায়ু প্রত্যহ প্রবাহিত হয়, তাহা সমুদ্রবায়ু ভিন্ন আব কিছু নহে। বাত্রি আসিলে স্থলভাগ বিকিবণ দ্বাৰা শীঘ্র শীঘ্র তাপ ত্যাগ কবিত্তে থাকে, এবং প্রায় মধ্যরাত্রি হইতে প্রাতে কিছুক্ষণ পর্যন্ত সমুদ্র স্থল অপেক্ষা গৰম থাকে। এইজন্য স্থলভাগ হইতে সমুদ্রাভিমুখী যে বায়ুপ্রবাহেব



৬৮নং চিত্র—সমুদ্র বায়

সৃষ্টি হয়, তাহাকে **স্থলবায়ু (Land-breeze)** বলে। ৬৮নং চিত্রে তীব্রগুলিব মুখ ঠিক বিপরীত দিকে উল্টাইয়া দিলে স্থলবায়ুব গতিচিত্র পাওয়া যাইবে। সমুদ্রোপকূলে দাড়াইলে এই স্থলবায়ু, কাপড়, চাদর প্রভৃতি সমুদ্রাভিমুখে উড়াইয়া লইয়া যায়। (৬৯নং চিত্র)।

ভূভাগেব নিকট সমুদ্র ভিন্ন বড় হ্রদ বা নদ নদী প্রভৃতি বিস্তীর্ণ জলাশয় থাকিলেও এই একই কাৰণে সেখানেও এইরূপ বায়ু প্রবাহ হইয়া থাকে।

চৈত্র বৈশাখ মাসে পথ চলিতে চলিতে তোমবা দেখিয়াছ, বেলা ১০টা বাজিতে না বাজিতেই মাটি এত উত্তপ্ত হয় যে, খালি পায়ে চলিলে পা যেন পুড়িয়া যায়, অথচ পুকুরেব জল তখন বিশেষ গৰম হয় না। কিন্তু সন্ধ্যাব সময় ইহাব বিপরীত ব্যাপাব দেখা যায়। মাটি তখন ঠাণ্ডা হইয়া আসে, কিন্তু গা ধুইবাব জন্য পুকুরে নামিলে জল বেশ গৰম লাগে। জল ও স্থল উভয়েই সূর্য্য কিবণ পাইয়া গৰম হয় কিন্তু জল অপেক্ষা স্থল শীঘ্র উত্তপ্ত হয়।

তোমরা খানিকটা মাটি, এক আঁচলা বালি ও এক আঁচলা জল এক একটি পাত্রে লইয়া বোত্রে বাখিয়া দাও। আধঘণ্টা পরে পরীক্ষা করিলে দেখিবে যে,



৩০নং চিত্র—স্থলবায়ু

মাটি যত গরম হইয়াছে, বালি তদপেক্ষা অধিক গরম হইয়াছে, জল কিন্তু বিশেষ গরম হয় নাই। সাধারণত কঠিন পদার্থ তবল পদার্থ অপেক্ষা শীঘ্র উত্তপ্ত হয়।

আবার, যে দ্রব্য তাড়াতাড়ি তাপশোষণ করিয়া গরম হয়, তাহা তেমনি তাড়াতাড়ি তাপবিকিরণ করিয়া ঠাণ্ডাও হয়। স্তব্ধ বায়ু মাটি জলাপেক্ষা যেমন তাড়াতাড়ি গরম হয়, তেমনই জলাপেক্ষা তাড়াতাড়ি তাপ-ত্যাগ করিয়া ঠাণ্ডা হয়। পক্ষান্তরে, জল গরম হইতে যেমন বেশী সময় লয়, একবার গরম হইলে ঠাণ্ডা হইতেও উহা তেমনই বেশী সময় লয়। এইজন্ত ডাক্তারবেবা নিউমোনিয়া রোগীকে বৃকে তাপ দিবার জন্ত রবারের খলি গরম জলে পূর্ণ করিয়া সেক দিতে ব্যবস্থা দেন, বহুক্ষণ ধরিয়া মুছ তাপ দিবার ইহাই প্রশস্ত উপায়।

জল যে স্থল অপেক্ষা বিলম্বে উত্তপ্ত হয়, তাহার কারণ কি? প্রথমত বিভিন্ন

পদাৰ্থৰ তাপ-শোষণ-ক্ষমতা বিভিন্ন। যদি সমান ওজনৰে বিভিন্ন দ্ৰব্য সমপৰিমাণ তাপে উত্তপ্ত কৰা যায়, তাহা হ'লে দেখা যায় যে বিভিন্ন দ্ৰব্য বিভিন্ন পৰিমাণে উষ্ণ হয়। এক সেৰ জলকে এক ডিগ্ৰী উষ্ণ কৰিতে যে তাপেৰ প্ৰয়োজন হয়, সেই তাপেই এক সেৰ লোহা গ্ৰাণ নথ ডিগ্ৰী উষ্ণ হয়। দ্বিতীয়ত জল হ'লে যে বাষ্পোদ্গম হয়, তাহাতেও সূৰ্যোত্তাপেৰ কিয়দংশ ব্যয়িত হয়। তৃতীয়ত সূৰ্যকিৰণ যে তাপ দিতেছে, তাহাৰ কিয়দংশ জলতল হ'লে প্ৰতিফলিত হ'ব পাৰে, কিন্তু স্থলে তাহাৰ অতি অল্পাংশই প্ৰতিফলিত হয়।

সমুদ্ৰনিকটবৰ্তী স্থানে গ্ৰীষ্মকালে যখন স্থলভাগ উত্তপ্ত থাকে, তখন সমুদ্ৰ শীতল এবং শীতকালে স্থলভাগ যখন শীতল, তখন সমুদ্ৰ উষ্ণ থাকে। এইজন্ত সমুদ্ৰনিকটবৰ্তী স্থান নাতিশীতোষ্ণ, অৰ্থাৎ গ্ৰীষ্মে খুব গৰম হয় না, এবং শীতে তত শীতল হয় না। এইজন্ত পূবী, ওয়ান্টেয়াৰ, গোপালপুৰ প্ৰভৃতি স্থানে কি শীত কি গ্ৰীষ্ম সকল সময়েই লোক বায়ু-পৰিবৰ্তনে ঘাইবা থাকে।

মাটি অপেক্ষা পাথৰ শীঘ্ৰ উত্তপ্ত ও শীতল হয় বলিবা পাথৰে দেশ শীতকালে যেমন ঠাণ্ডা গ্ৰীষ্মকালে তেমনই গৰম।

স্থল ও জল সূৰ্যকিৰণে বিভিন্ন পৰিমাণে উত্তপ্ত হওবাৰে যে বায়ু-প্ৰবাহেৰ সৃষ্টি কৰে, তাহাৰ বিষয় তোমাদিগকে এইবাৰ বলিব।

পৃথিবীৰ উপৰ বায়ু ও তাপেৰ ক্ৰিয়া

সমুদ্ৰ হ'লে সূৰ্যোত্তাপে বহুলপৰিমাণে জলীয় বাষ্প উত্থিত হ'ব পাৰে বাতাসেৰ সাহায্যে স্থলভাগেৰ দিকে চালিত হ'ব পাৰে। ঠাণ্ডা হ'লে বৃষ্টিপাত কৰে। সেই বৃষ্টিতে কত দেশ শস্তাশ্রমল ও উৰ্বৰ হয়, নদনদী পুষ্টি হয় ও স্থানীয় আবহাওয়া শীতল হয়। বাতাস না থাকিলে বাষ্প চালিত হ'ব না, যেখন হ'লে উষ্ণিত কেবল সেইখানেই বৃষ্টিপাত কৰিত। পৃথিবীৰ ভূভাগ বৃষ্টি অভাবে মৰুভূমিতে পৰিণত হ'ব পাৰে মনুষ্যবাসেৰ অযোগ্য হ'ব।

বায়ুপ্রভাবে সমুদ্র এবং অস্ত্রান্ত বিস্তীর্ণ জলাশয়ে তবঙ্গ উৎপন্ন হয়। বায়ু যতই বেগে বহে, তবঙ্গও তত প্রবল হয়। তোমরা নদীর ঢেউ দেখিয়াছ, স্থবিধা পাইলে সমুদ্রের ঢেউ কিকপ বড় হয় দেখিও।

তাপ ও বাতাসের সমবেত ক্রিয়ায় সমুদ্রে এক প্রকার স্রোতের সৃষ্টি হয়, তাহাকে **সমুদ্রস্রোত** (Ocean current) বলে। গ্রীষ্মমণ্ডলে প্রথমে সূর্যকিরণে সমুদ্রের জল উত্তপ্ত হইয়া ফাঁপিয়া উঠে, আবার মেকপ্রদেশে দাক্ষিণীতে সমুদ্রজল শীতল ও গুরু হইয়া থাকে। বাতাসের সহযোগে গরম সমুদ্রজল গ্রীষ্মমণ্ডল হইতে মেকপ্রদেশের দিকে চালিত হয় এবং মেকপ্রদেশের শীতল জল সমুদ্রগর্ভ হইতে মেকপ্রদেশের দিকে চালিত হয় এবং মেকপ্রদেশের শীতল জল সমুদ্রগর্ভ দিয়া গ্রীষ্মমণ্ডলের দিকে আইসে। এই উপবেগ ও নিচেব সমুদ্রস্রোত সাধারণত মন্বব-গতিতে চলিয়া থাকে। কিন্তু আমেরিকার মেক্সিকো প্রদেশ হইতে যে জলস্রোত আটলান্টিক মহাসাগর পার হইয়া, ইউরোপের পশ্চিমদিক দিয়া মেকপ্রদেশের দিকে আইসে তাহা অতিশয় প্রবল। দক্ষিণ আটলান্টিক মহাসাগরের উপর দিয়া যে মোসম্বী বায়ু মেক্সিকো প্রদেশাভিমুখে ধাবিত হয়, তাহা মেক্সিকো উপসাগরের জলবাণীকে সমধিক উচ্চ করিয়া তোলে। সঙ্গে সঙ্গে ঐ জল সূর্যের প্রথমে কিরণে গরম হইয়া উঠে। এতদ্ব্যতীত বাবণে ঐ জলবাণী আটলান্টিক মহাসাগরের ভিতর দিয়া সবেগে বহিয়া যায়। তখন এই উচ্চ জলস্রোতকে সমুদ্রমধ্য দিয়া প্রবাহিত একটি প্রশস্ত নদীবই মত মনে হয়। পার্শ্বস্থ জলবাণী হইতে ইহাও স্বাদ, বর্ণ ও উচ্চতা বিভিন্ন।

তাপ ও বায়ু-প্রবাহের ফলে পৃথিবীর ভূভাগেও নানা পরিবর্তন সাধিত হয়। ভূভাগকে আমরা বৃক্ষলতাাদিশোভিত সমতলভূমি, সু-উচ্চ পর্বত-ভূমি ও উষ্ম মরুভূমি এই তিন ভাগে মোটামুটি ভাগ করিতে পারি।

সূর্যের তাপে শিলাবাণী যখন উত্তপ্ত হয়, তখন ইহাও প্রস্তব সমূহ অস্ত্রান্ত পদার্থেবই স্রাব উত্তপ্ত ও প্রসারিত হয়, আবার শীতে শীতল ও সঙ্কুচিত হয়। কিন্তু প্রস্তর উত্তম তাপ-পরিবাহক নহে এবং বিভিন্ন খনিজ পদার্থে গঠিত

বলিয়া ইহাব সকল অংশ সমান প্রসারিত বা সঙ্কুচিত হয় না, ফলে উভয় সময়েই ইহা ফাটিয়া যায়। আবার এই ফাটলের মধ্যে যখন জল প্রবেশ করিয়া শীতে বরফ হয়, তখন জলাপেক্ষা বরফের আয়তনবৃদ্ধি হেতু ফাটল্ আবণ্ড বাড়িতে থাকে। এইরূপে পাহাডের প্রস্তব খণ্ড ক্রমশ ভাঙ্গিয়া ও খসিয়া নিচে পড়িতে থাকে। কালে প্রস্তবখণ্ড গুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে বিভক্ত হইয়া বালুকণায় পরিণত হয়। ইহাব কতকাংশ মাটির সহিত মিশিয়া যায়, কতকাংশ বায়ু দ্বারা চালিত হইয়া অল্পস্থানে নীত হয়।

বৃক্ষলতাবহুল সমতলভূমিতে একপ ভাবে ভাঙ্গন হয় না। বৃষ্টিব জন্তু এপানকাব ভূমি ন্যূনাধিক আদ্র থাকে এবং গাছপালায় ভূমি আবৃত থাকে। এইজন্য বাতাসে ইহাব ধূলিকণা সহজে ইতস্তত বিক্ষিপ্ত হইতে পাবে না। কিন্তু বায়ু যখন ঝড়ের আকাবে জোবে বহিতে থাকে, তখন ইহা গাছপালা উড়াইয়া, দলবাডী ভাঙ্গিয়া ও ধূলি উড়াইয়া ক্রুদ্ধ দৈত্যব মত গলষ কাণ্ড করিয়া থাকে।

উন্মুক্ত মরুভূমিতে ঝড় উঠিলেই বৃক্ষলতাদিৰ অভাবে প্রভূত বালুকণা একস্থান হইত স্থানান্তরে নীত হয়। এইরূপে মরুভূমিৰ মধ্যে এবং তাহাব নিকটবর্তী স্থানে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বালিব পাহাড় জমিতে দেপা যায়। কখনও কখনও মরুভূমি বা সমুদ্রতীর হইতে বাহিত বালুকণা শস্ত-শ্রামল প্রাস্তবে পড়িয়া তাহাকে মরুভূমিতে পরিণত কবে। আবার কখনও বা এই বালুবাশি প্রবল ঝড়ের দ্বারা বাহিত হইয়া পৰ্বতগাত্রে প্রতিহত এবং উভয়েৰ সংঘর্ষণে পাহাডেরও ক্রমশ ক্ষয় হইতে থাকে।

বাহিৰেৰ তাপেৰ দ্বারা পৃথিবীর উপরিভাগে যেকপ পবিবর্তন হয়, তাহা দেগিলে। আবার পৃথিবীর অভ্যন্তরিক তাপেৰ দ্বারাও ভূতলে নানা পবিবর্তন সাধিত হয়। পাণ্ডতেবা বলেন যে, পৃথিবী তাহাব জন্মসময়ে একটি জলন্ত বাষ্প-গোলকেৰ আকাৰে ছিল। ক্রমে তাপ বিকিরণ করিয়া উহাব উৰবিভাগ শীতল ও কঠিন হইয়া পড়িয়াছে। কিন্তু অভ্যন্তরভাগ উত্তপ্তই বহিয়াছে। ভূপৃষ্ঠেৰ কঠিন আবরণেৰ চাণে ইহাব অভ্যন্তরে সকল পদার্থই তবল অবস্থায় আছে।

উপব হইতে নিচে পর্যন্ত কোনরূপ পথ পাইলেই গলিত ধাতবপদার্থ, কঁদম ইত্যাদি নির্গত হয়। আগ্নেয়গিরির অগ্ন্যুৎপাতের সময় গলিত ধাতবপদার্থাদি প্রবলবেগে নির্গত হইয়া থাকে। কখনও বা গলিত-ধাতু-প্রবাহ পর্বতগাত্রে বাহিয়া নামিয়া আসিয়া গ্রামের পর্ব গ্রাম ধ্বংস করিয়া ফেলে। আবাব সময় সময় ভূগর্ভস্থ এই গলিত পদার্থ উপবে আসিবার পথ না পাইলে প্রবলবেগে আলোড়িত হইয়া ভূতল কম্পিত করে, ভূকম্পনের ইহা অত্যন্ত কাৰণ। ইহা ছাড়াও ভূপৃষ্ঠের কত আকস্মিক পৰিবর্তন হয়, কত স্থানে সমুদ্রগর্ভ উন্নত হইয়া উচ্চ স্থলভূমিতে পৰিণত হয়, আবাব কোথাও পর্বত বসিয়া গিয়া সমুদ্রের সৃষ্টি করে। এই সকল বিষয় ভূ-তত্ত্বে পড়িবে।

সংক্ষেপ :—পদার্থের অণুগুলির স্পন্দনের বেগের উপর উষ্ণতা নির্ভর করে। তাপ প্রয়োগ করিলে পদার্থের আয়তন বৃদ্ধি পায়, উষ্ণতা বৃদ্ধি ঘটে ও অবস্থান্তর ঘটিতে পারে। বিভিন্ন পৰিমাণে উষ্ণ দুইটি পদার্থ যোগ করিয়া দিলে যতক্ষণ না দুইটি বস্তু একই উষ্ণতা প্রাপ্ত হয় ততক্ষণ অধিকতর উষ্ণপদার্থ হইতে কম উষ্ণ পদার্থে তাপ চলিতে থাকে। তাপ ও উষ্ণতা একার্থ-বোধক নহে। তাপের ফলে উষ্ণতা বৃদ্ধি হয়। উষ্ণতা কম বা বেশী স্পর্শশক্তি দ্বারা সকল সময় ধরা যায় না বলিয়া থার্মমিটার সাহায্যে উষ্ণতার পৰিমাণ জ্ঞানিতে হয়। থার্মমিটার বিভিন্ন প্রকার ব্যবহারের জন্য বিভিন্ন ভাবে গঠিত—উহাদের উষ্ণতাস্কেপক অঙ্কগুলি তিন প্রকারের, তন্মধ্যে সেন্টিগ্রেড ও ফারেনহাইট মত অধিক প্রচলিত। পৰিবহন পৰিচালন, এবং বিকিরণ এই তিন প্রকার উপায়ে তাপ চলাচল করে। সকল পদার্থের তাপ পৰিবাহিতা সমান নয়। তাই শীতকালে একই অবস্থার রক্ষিত ধাতব পদার্থ অপেক্ষা তুলা, কাঠ নির্মিত পদার্থগুলি উষ্ণতর বলিয়া মনে হয়।

সূর্যোজ্জ্বলে প্রতিবিম্বিত জলাশয় হইতে বাষ্পীভবন হইতেছে এবং শীতলতা পাওয়া ঐ বাষ্প আবার ঘনীভূত হইয়া মেঘ, কুয়াশা, বৃষ্টি প্রভৃতিরূপে পরিণত হয়। বায়ু উষ্ণ হইলে ইহার জলীয় বাষ্প ধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। কোন স্থানে কত পরিমাণ বৃষ্টি হয় তাহা বৃষ্টিমান যন্ত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা যায়। বায়ুর উপর তাপের ক্রিয়ার ফলে বায়ু প্রবাহ হয়। এই বায়ু প্রবাহ বিভিন্ন নামে প্রসিদ্ধ। যে সকল পদার্থ সহজে গরম হয় তাহারা সহজে ঠাণ্ডা হয়—এবং বাহারা সহজে গরম হয় না তাহারা সহজে ঠাণ্ডাও হয় না। ধাতব পদার্থ ও জল উক্ত দুই প্রকার পদার্থের প্রকৃষ্ট উদাহরণ। ভূপৃষ্ঠে তাপের ক্রিয়ার ফলে বহু পরিবর্তন সাধিত হইতেছে।

চতুর্থ প্রশ্নমালা

১। তাপে পদার্থের নিম্নলিখিত গুণের কি কি পরিবর্তন হয় লিখ :—আয়তন, ওজন, গুরুত্ব। (When heat is applied to a matter, what happens regarding the following —Volume, weight, temperature and density ?)

২। তাপ ও উষ্ণতা কি একার্থ-বোধক ? উদাহরণ দ্বারা বুঝাও। (Do heat and temperature bear the same meaning ? Explain with examples)

৩। স্পর্শ-শক্তি দ্বারা বস্তুর উষ্ণতামাপ কি নির্ভুল হয় ? (Does sense of touch correctly measure heat ?)

৪। থার্মিটার বর্ণনা কর। এই যন্ত্রে পারদর পরিবর্তে জল ব্যবহার করিলে কি অসুবিধা হয় ? এই যন্ত্রকে তাপমান-যন্ত্র বলিলে কি ভুল হয় ? (Describe a thermometer. What will the disadvantages if water is substituted for mercury ? What mistake will be there if it is called a calorimeter ?)

৫। জ্বব দেখিতে যে থার্মিটার ব্যবহার হয়, তাহার বিশেষত্ব কি ? স্বস্থ মানবদেহের সাধারণ উষ্ণতা কত ? ইহাকে সেন্টিগ্রেড্ মতে প্রকাশ কর। (What is the speciality of a clinical thermometer ? What is the normal temperature of a human body ? Express in the Fahrenheit scale)

৬। ভূপৃষ্ঠে দিনরাত্রির মধ্যে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন বায়ুর উষ্ণতা কিরূপে নির্ণয় করা যায় ? (How the maximum and minimum temperature of the atmosphere is determined ?)

৭। তাপ কি কি প্রকারে এক স্থান হইতে অল্পস্থানে যায় তাহা উদাহরণ সমেত বুঝাও। একটি কাঁসার বাটিতে গরম দুগ্ধ ঢালিয়া বাটিটি মেঝের উপর রাখা হইল, কিছুক্ষণ পরে দেখা গেল যে, উহা ঠাণ্ডা হইয়া গিয়াছে। তাপ কি কি উপায়ে উহা হইতে বাহির হইল বুঝাও। (Explain the different modes of transmission of heat. A cup containing a quantity of hot milk was found to be cooled when kept on the floor. Explain in how many ways heat was dissipated)

৮। তাপ স্থপরিবাহী কয়েকটি বস্তুর নাম কর। তরল পদার্থ তাপ-পরিবাহক কি না,

কিভাবে পরীক্ষা করবে ? (Name some good conductors of heat How could you test whether a liquid is a conductor of heat or not)

৯। নিম্নলিখিত ঘটনাগুলির কারণ নির্দেশ কর :—

(ক) শিশিতে কাচে ছপি আঁটিয়া গেলে শিশির গলাব উপব একটু গরম জল ঢালিয়া ছপি খোলা হইল।

(খ) পুতলা-বিশিষ্ট একটি কাচেব গ্রাসে গরম চা ঢালিলে গ্রাসের তলা ফাটিয়া যাউতে দেখা গেল।

(গ) গরম চা এনামেলের কাপ অপেক্ষা চীনা মাটির কাপে খাউতে সুবিধা।

(ঘ) বরফ বাধিতে হইলে তাহা কাঠের গুঁড়ার ভিতর বাধিয়া কয়ল জড়াইয়া দেওয়া হয়।

(ঙ) শবাব ঘর্মাক্ত হইলে পাখাব বাতাসে বসিলে আবাম হয়।

(চ) স্রব-বোগীর গায়েব উষ্ণতা অত্যধিক হইলে কপালে জলপটী দেওয়া হয়। আবার বোগীর হাত পা ঠাণ্ডা হইয়া আসিলে বোতলে গরম জল পুৰিয়া হাতে ও পায়ে সেক দেওয়া হয়।

(ছ) একটি গ্রাসেব জলে বরফ ফেলিয়া দিলে গ্রাসের গায়ে জলবিন্দু দেখা যায়।

(জ) শীতকালে হাই তুলিলে মুখের কাছে ধোঁয়ার মত দেখা যায়।

(State reasons of the following cases —(a) A tight glass cork of a bottle is taken out after pouring some hot water on the mouth of the bottle (b) The thick bottom of a glass pot was found cracked when hot water was put in it (c) It is convenient to drink hot tea in a China clay pot than in an enamel cup (d) To preserve ice it is packed with saw dust and a blanket is wrapped round it (e) We feel comfortable when we sit under a fan after being perspired (f) When temperature rises a wet piece of cloth is put on the forehead of a patient but hot water bottle is applied on the palms of hands and feet of a collapsing patient (g) Water particles are found on the outside wall of a glass when a piece of ice is put inside it (h) In the winter we find a cloudy substance in front of our mouth when we yawn

১০। শীত ও গ্রীষ্মভেদে আমাদের পোষাকের রঙের কিরূপ পার্থক্য থাকে উচিত এবং কেন ?

(What should be the colour of our dresses in summer and in the winter and why ?)

১১। গ্রীষ্মকালে বিষুবরেখার নিকটবর্তী ভূভাগ, নাতিশীতোষ্ণ অংশ অপেক্ষা অধিক উত্তপ্ত হয় কেন ? উহার জন্য যে যে বায়ুপ্রবাহ হইয়া থাকে, তাহাদের পরিচয় দাও। (Why the equatorial region is hotter than the temperate zones in the summer ' Describe the different kinds of winds caused by the same reason)

১২। 'শিশির আকাশ হইতে পড়ে' এই বাক্যটি কি বিজ্ঞান-সম্মত ? কোন্ কোন অবস্থায় শিশির যথেষ্ট পরিমাণে পড়ে। (The dew-drops fall from the sky ' is this scientifically true ' under what circumstances dew-drops are deposited in large quantities ')

পঞ্চম পরিচ্ছেদ

দোলক বিশিষ্ট ঘড়ি

বহু পূর্বে যখন আমাদের দেশে ঘড়ির প্রচলন হয় নাই তখন আকাশে সূর্যের অবস্থান, অথবা সূর্য কিবণে কোন জিনিসের ছায়াব দৈর্ঘ্যের দ্বারা বুদ্ধি দেখিয়া সময় নির্ণয় করা হইত। কিন্তু মেঘলা দিনে সূর্যের ছায়া পাওয়া যায় না— অতএব সময় নির্ধারণের অসুবিধা হইত। তাহা ছাড়া আরও অনেক অসুবিধা

ছিল। কাজেই সূর্য সাহায্যে সময় নির্ধারণ

সকল সময়ে সুবিধামত 'ঘটিয়া উঠিত না।

এই অসুবিধা দূর করিবার নিমিত্ত **জল ঘড়ি** (Water clock) নির্মাণ করা হয়। একটি

বড় পাত্রে জল রাখিয়া তাহাব তলদেশে

একটি সূক্ষ্ম ছিদ্র করা হইত। পাত্রটিতে

দাগ কাটা থাকিত। ছিদ্র পথ দিয়া জল

বাহির হইয়া গেলে বড় পাত্রেব জল তলেব

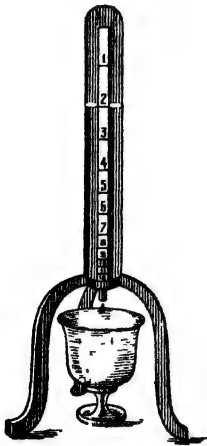
অবস্থান দেখিয়া সময় কত অতিবাহিত

হইয়াছে ঠিক করা হইত। কিন্তু ইহাতেও

ছিদ্রের আয়তন পাত্রেব আয়তন প্রভৃতি

লইয়া বড় অসুবিধা উপস্থিত হইল। কাজেই

আরও উন্নত প্রণালীর সময় জ্ঞাপক যন্ত্র



৭০নং চিত্র—জলঘড়ি

উদ্ভাবন করিতে মানুষের বুদ্ধি রুত্তি চালিত করিতে হইল। বর্তমান ঘড়ি

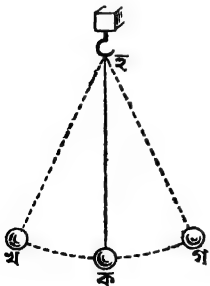
সেই প্রচেষ্টার একটি সুফল সন্দেহ নাই। ঠিক এই সময়ে একদিন

গিজার্ন যাইবার সময় অনবধানতা বশত ইটালির খ্যাতনামা বৈজ্ঞানিক

গ্যালিলিওব মাথাব গির্জাব সম্মুখে দোহুলামান লণ্ঠনটি লাগিষা যাওয়ায তিনিও কেমন একটু ঔৎসুক্য বশত ইহাব দোলনেব দিকে নিবিষ্ট চিত্তে লক্ষ্য কবিতে লাগিলেন। দলে মনে কবিলেন, লণ্ঠনটি বত জোবেই ঢলুকনা কেন বা যতই আস্তে ঢলুক না কেন, ইহাব একটি সম্পূর্ণ দোলন কাল সব সময়ে একই বহিষাছ। সঙ্গে সঙ্গে তিনি নিজেব নাড়ি টিপিয়া এবং লণ্ঠনেব দোলন গণনা কবিষা জানিলেন তাঁহাব এ ধারণা ভুল নহে। এই সত্যাব উপব নিভব কবিয়া গবেষণাব ফলে বর্তমান দোলক-বিশিষ্ট ঘড়িব প্রচলন সম্ভব হইষাছে। এই সকল ঘড়িব দোলকগুলি ধাতু নির্মিত, এবং সূক্ষ্ম ধাতু দণ্ডেব সাহায্যে উপবেব একটি বিন্দু হইতে বিলম্বিত থাকে।



৭১নং চিত্র—গ্যালিলিও



৭২নং চিত্র—দোলক

(Period) বলে। হু হইতে দোলকেব ভব-কেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্বকে ঐ দোলকযন্ত্ৰেব

তোমবাও একটি ছোট কাঁস বা ধাতু খণ্ডকে সূতায় ঝুলাইবা দোলক প্রস্তুত কবিতে পাব। ৭২নং চিত্রে ক দোলকটি হু বিন্দু হইতে একটি সূক্ষ্ম সূতায় ঝুলান বহিষাছে। দোলকটি যদি এক দিকে সবাইষা ছাড়িয়া দাও, তবে দেখিবে যে ইহা ক বিন্দুব দুই দিকে ছলিতেছে। ক হইতে খ এবং খ হইতে গ হইষা পুনবায ক এ ফিবিষা আসিতে দোলক যে সময় লয় তাহাকে উহাব দোলনকাল

দৈর্ঘ্য (Length) কহে এবং **ক হ খ** কোণ বা **ক হ গ** কোণ উহাব **বিস্তার** (Amplitude)। এখন পরীক্ষা করিয়া দেখা যায় যে, বিস্তার কম অর্থাৎ 5° ডিগ্রী অনধিক হইলে দোলকগত্রেব দৈর্ঘ্য সমান বাখিষা দোলকটিকে দোলাইলে ইহাব দোলনকাল একই থাকিবে। এই উদ্দেশ্যে ২০২৫টি দোলনেব মোট সময় ঘড়িব সাহায্যে জানিষা তাহা হইতে একটি দোলনেব সময় বাহিব কবাই সমীচীন। আবও দেখ, দোলক-যন্ত্রেব দৈর্ঘ্য বাড়াইষা বা কমাইয়া দিলে দোলনকালও দীর্ঘ বা হ্রস্ব হইবে, তজ্জন্তু এইকপ দোলক-যন্ত্র-বিশিষ্ট



৭৩ নং চিত্র—ঘড়িব দোলক

ঘড়ি ‘প্লো’ বা ‘ফাষ্ট’ যাইবে। অতএব দোলক-যন্ত্রেব দৈর্ঘ্য যতক্ষণ সমান থাকে, ততক্ষণ ঘড়িও ঠিক সময় বাখিষা চলে, কিন্তু কোনও কাবণে যদি তাহা না হয়, তবে ঘড়ি ধীবে বা দ্রুত চলিতে থাকে।

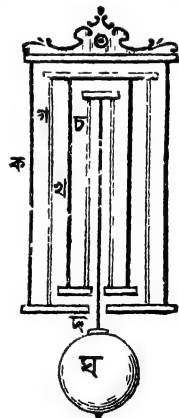
ঘড়িতে দোলক দণ্ডেব উপবদিকে চুইটি দাঁত বিশিষ্ট স্ক ও স্ট্রিং বক্র আব একটি দণ্ড লাগান আছে। দৌলিকেব দোলনেব সঙ্গে সঙ্গে উহাব একমুখ উঠিতে ও পড়িতে থাকে এবং একটি দাঁতওয়ালা চাকাব দাঁতেব উপব খেলিতে থাকে (৭৩নং চিত্র)। দাঁতওয়ালা চাকাটি দম দেওয়া স্প্রিংএব সহিত সংযুক্ত বলিয়া নিবত ঘুবিষা যাইবাব চেষ্টা কবে, কিন্তু বক্রদণ্ডেব প্রান্তেব উঠা নামাব সহিত ইহা কেবল একদাঁত এবদাঁত কবিয়া

নিয়মিত ভাবে ঘুরিতে পাবে। পবে এই চাকাটিব ঘূর্ণন আবও কতকগুলি চাকাব সাহায্যে ঘড়িব কাঁটাকে ঘুবাইয়া থাকে।

দোলক-যন্ত্রেব প্রসারণ ও তাহার প্রতিকার :—উপবে বলা হইয়াছে যে দোলক-যন্ত্রেব দৈর্ঘ্য যতক্ষণ ঠিক থাকে, ততক্ষণ ঘড়িও ঠিক সময় রাখে।

তোমবা জান তাপে সকল বস্তুই প্রসারিত হয়। এইজন্ত গ্রীষ্মকালে সাধারণ ঘড়ির ধাতব দোলকদণ্ডের দৈর্ঘ্য বাড়িয়া যায়; ফলে ঘড়ি কিছু ধীরে (slow) চলে। শীতকালে আবার ঠিক ইহাব বিপরীত হয়; শৈত্যে সঙ্কোচের জন্ত দোলকদণ্ডের দৈর্ঘ্য কমিয়া যায় বলিয়া ঘড়ি দ্রুত (fast) চলে। অতএব ঘড়ি যাহাতে ঠিক সময় বাঞ্চে, সেজন্ত গ্রীষ্মকালে দোলকটি দণ্ডের উপরে একটু তুলিয়া দিতে হয় এবং শীতকালে নামাইয়া দিতে হয়। যাহাতে ঋতুভেদে দোলকযন্ত্রের দৈর্ঘ্যের পার্থক্য না হয়, তজ্জন্ত ভাল ঘড়ির দোলকযন্ত্র একটু ভিন্ন বকমে গঠিত হয়। তোমাদিগকে এখন এই প্রকার সংশোধিত দোলক-যন্ত্রের কথা বলিব।

তোমবা জান তাপে সকল ধাতু সমান প্রসারিত হয় না। সমান দৈর্ঘ্যের লৌহদণ্ড ও পিত্তলদণ্ডের উষ্ণতা সমপরিমাণে বাড়াইলে পিত্তলদণ্ড লৌহদণ্ড অপেক্ষা অধিক বর্ধিত হয়। এই সত্যের উপর নির্ভর কবিয়া ভাল ঘড়ির দোলক-যন্ত্র গঠিত হয়। এখানে এইরূপ একটি দোলকযন্ত্রের চিত্র প্রদর্শিত হইল (৭৩নং চিত্র)। ইহাব মধ্যে দু'এক এবং এক এক পার্শ্বে ক, খ এবং মত দুইটি লৌহদণ্ড এবং গ ও চএব মত দুইটি পিত্তলদণ্ড, ইহাদিগকে বাঁজবীৰ মত কবিয়া এমনভাবে সাজান হয় যে, লৌহদণ্ডগুলি নিম্নদিকে এবং পিত্তলদণ্ডগুলি উপর দিকে বাড়িতে পারে। লৌহ ও পিত্তলের দণ্ডগুলির দৈর্ঘ্য একরূপভাবে লওয়া হয় যে, লৌহদণ্ডগুলি প্রসারিত হইয়া দোলকটিকে যে পরিমাণ নামাইয়া দেয়, পিত্তলদণ্ড গুলি প্রসারিত হইয়া গোলককে ঠিক সেই পরিমাণে উপরে তুলে, ফলে দোলকের দৈর্ঘ্য সমান থাকে। কাজেই দোলকটির দোলনকাল বাড়েও না, কমেও না। এইরূপ দোলক-যন্ত্রযুক্ত ঘড়ি শীত গ্রীষ্মে ঠিক সময় দিয়া থাকে।



৭৩নং চিত্র—সংশোধিত
দোলক

সংক্ষেপ :—জল ঘড়ির ছিঁড় ছোট বড় হইলে সমযেব পার্থক্য হইয়া যায়। সকল সময়ে ক্রমে কোন পদার্থের ছায়া দেখিয়া সময় নির্ণয় করাও সম্ভবপর নয়। গ্যালিলিও দোলক যন্ত্র আবিষ্কৃত করিয়া দোলক যন্ত্রবিশিষ্ট ঘড়ি নির্মাণ করিবার সুবিধা কবিয়া দিয়াছেন। দোলন কাল, বিস্তার এবং দৈর্ঘ্যের বিভিন্নতা একটি নিয়মে নিয়ন্ত্রিত হইয়া থাকে। ঘড়ির দোলক দীর্ঘ হইলে ঘড়ি মন্দ্র হয় এবং দোলক সঙ্কুচিত হইলে ঘড়ি দ্রুত চলে। গীত এবং তাপে দোলকযন্ত্র বিস্তার লাভ কবে বলিয়া প্রতিবিহিত দোলক যন্ত্র নির্মিত হইয়াছে।

পঞ্চম প্রশ্নমালা

১। জল ঘড়িতে কি অসুবিধা ছিল? (What were the inconveniences of a water clock?)

২। দোলক যন্ত্রের দৈর্ঘ্য এবং দোলন কালের সবকিছু কি বল এবং বিকর্ষে উহা প্রমাণ করা যায় লিখ। (State the laws of pendulum regarding its length and period and how it can be proved.)

৩। সংজ্ঞা দাও :—দোলকের দোলনকাল, দৈর্ঘ্য ও বিস্তার।

(Define —Period, length and amplitude of a pendulum)

৪। দোলক-যন্ত্র-বিশিষ্ট ঘড়ি গ্রীষ্ম ও শীত ঋতুতে 'স্লো' ফাল্ট হয় কেন এবং তাহান প্রতিবিধানের জন্য ভাল ঘড়িতে কি ব্যবস্থা করা হয়? (Why does a pendulum clock go slow in summer and fast in winter and what arrangements may be made for their remedy?)

ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ

শক্তি ও তাহার রূপান্তর

অনন্ত ব্রহ্মাণ্ডে যে লক্ষকোটি গ্রহ, উপগ্রহ—তাঁহাৰা বথাক্ৰমে এক একটি বৃহত্তৰ জ্যোতিষেৰ চতুৰ্দ্ধিকে ঘূৰিষা কাজ কৰিতেছে। বেলগাড়ী ছুটিতেছে, এবোপ্লেন উড়িতেছে, ইহাৰা সকলেই কাজ কৰিতেছে—আৰাব তোমৰা বগন হাঁট, পাও, বস, তখনও তোমৰা কাজ বৰ। অনেক সময় দেখা যায় কোন পদাৰ্থ বৰ্তমানে কাজ না কৰিলেও কালে তাহাৰা কাজ কৰিতে পাবে। এ সকল ক্ষেত্ৰে দেখা যায় ইহাদেব পশ্চাতে এমন কিছু আছে বাহাদেব প্ৰভাৱে জগতে সকল কাজ সাধিত হইতেছে, ইহাৰ নাম শক্তি (Energy)। পদাৰ্থ মাত্ৰই শক্তিৰ আশ্ৰয়; যাঁহাৰাজ কৰিতেছে তাহাৰা তো শক্তিৰ সাহায্যে কাজ কৰিতেছে, কিন্তু বাহাৰাজ কৰিতেছে না তাহাদেবও শক্তি আছে—যাহা দ্বাৰা পৰে ইহাৰাজ কৰিতে পাৰিব। কাজ কৰিতে হইলেই পদাৰ্থটিকে নভিতে হইবে অথবা অন্ত পদাৰ্থকে নডাইতে হইবে। তাহা হইলে গতি ও স্থিতি লইয়া যখন জগতেৰ সকল কাৰ্যেৰ সম্বন্ধ তখন উহাৰা শক্তিৰ প্ৰধান দুইটি ৰূপ।

এমন অনেক পদাৰ্থ আছে, বাহাদিগেৰ অস্তিত্ব আমৰা সহজে উপলব্ধি কৰিতে পাৰি না, পৰোক্ষভাবে বুজিষা লইতে হয়। তেমনই সকল শক্তি সকল সময়ে ইন্দ্ৰিয়গ্ৰাহ নয়, কিন্তু তাহাদেব প্ৰভাৱ অনেক সময় প্ৰত্যক্ষভাবে ইন্দ্ৰিয়গ্ৰাহ। উত্তাপ আমৰা চোখে দেখিতে পাই না, হাতে ধৰিতে পাৰি না, কানে শুনিতে পাই না বটে, কিন্তু উত্তপ্ত বস্তুতে হাত দিলে আমৰা ইহাদেব অস্তিত্ব উপলব্ধি কৰিতে পাৰি। শব্দ কানে শুনিতে পাই, আলো চোখে দেখিতে পাই। বিদ্যুতেৰ প্ৰবাহে আমৰা পেশী সমূহেৰ সঙ্কোচন জনিত বেদনা অনুভব কৰিতে পাৰি, চুম্বকেৰ আকৰ্ষণ শক্তিৰ প্ৰভাৱ আমৰা চোখে দেখিতে পাই। কোনও বস্তুকে উপৰে তুলিষা ধৰিষা থাকিলে তাহাৰ কোন

শক্তি আছে বলিয়া মনে হয় না—অথচ ছাড়িয়া দিলে পড়িয়া যায়—ইহাতে সে কাজ কবে; অতএব ইহাবও শক্তি নিশ্চয় ছিল, নতুবা ইহা কাজ কবে কেমন কবিয়া? উত্তাপ, আলো, শব্দ, বিদ্যুৎ, চুম্বকের আকর্ষণ প্রভৃতি সকলেই এক একটি শক্তি। চলন্ত পদার্থেব যে শক্তি তাহা গতি (Kinetic) শক্তি এবং স্থিৰ পদার্থেব যে শক্তি থাকে তাহা স্বেতিক (Potential) শক্তি নামে অভিহিত। এই দুইটি শক্তি যান্ত্রিক (Mechanical) শক্তি, কারণ যন্ত্রেব কার্য কৰিবাব সময় উহাতে প্রত্যক্ষভাবে উক্ত দুইটি শক্তিব প্রভাবই পৰিলক্ষিত হয়। অবশ্য ইহাও সত্য যে, সকল প্রকাৰ শক্তিই, হয় গতিশক্তি নতুবা স্বেতিক শক্তিব প্রভাবেই উদ্ভূত। বাসায়নিক শক্তিব ফলে পদার্থেব বাসায়নিক পৰিবর্তন ঘটে। ইহা পবে বুঝাইতেছি।

তাহা হইলে আমবা নিম্নলিখিত কয় প্রকাৰেব শক্তিব অস্তিত্ব উপলব্ধি কৰিতে পাৰি:—(১) যান্ত্রিক—স্বেতিক ও গতি, (২) তাপ, (৩) আলো, (৪) শব্দ, (৫) বিদ্যুৎ, (৬) চুম্বক, (৭) রাসায়নিক।

মানুষেব পৈশীক শক্তিব দ্বাৰাও বহু কার্য সাধিত হয়।

যান্ত্রিক শক্তি—উদাহরণ স্বরূপ একটি ঘড়িব যন্ত্রেব কথা বলা বাউক। আমাদের পৈশীক শক্তিব বলে ঘড়িব চাৰি ঘুৰাইয়া দম দিলে ইহাব কলকজাব স্বেতিক শক্তি পৰিবৰ্তিত হইয়া গতি শক্তি প্রাপ্ত হয় এবং ঘড়িব কাঁটাকে চালাইবা দেয়। এইরূপ বহু যান্ত্রিক শক্তিই পৰিবৰ্তিত হইয়া ক্রমে গতি, স্বেতিক এবং অন্তপ্রকাৰ শক্তিতে পৰিণত হয়। উচুতে একটি ভাবী জিনিস তুলিয়া ধৰিলে মনে হয় ভাবী জিনিসটি যেন কিছুই কৰিতে পাবে না—স্থিৰভাবে থাকে, কিন্তু ছাড়িয়া দিলে উহা গতি শক্তি প্রাপ্ত হইয়া ভূমিতে পড়িয়া যায় এবং মাটিব সহিত ঘর্ষিত হইয়া উত্তাপ ও শব্দ শক্তিতেও পৰিণত হয়। যান্ত্রিক শক্তিব বহুবিধ কাজ আমবা প্রত্যহ দেখিতে পাই।

তাপ শক্তি—কাঠ জালাইবা, কয়লা পুড়াইবা আমবা তাপ শক্তি পাই এবং ইহাব প্রভাবে আমবা ভাত তবকাৰি বাঁধি, জল গবম কৰি, ইঞ্জিন চালাই

ইহা পূর্বেই জানিয়াছ। কিন্তু মনে বাখিও কাঠ বা কয়লা হইতে বাসায়নিক শক্তিবলে তাপশক্তি জন্মাইয়াছে; অবশ্য ইহাও ঠিক যে বাসায়নিক শক্তিই পৰিবর্তিত হইয়া তাপ শক্তিতে পৰিণত হইয়াছে। গতিশক্তিবলে ঘর্ষণ জনিত তাপেব উদ্ভব আমবা বহু ক্ষেত্রেই দেখিতে পাই। পূর্বে তোমবা দেখিয়াছ উত্তাপ পাইলে পদার্থেব অণুগুলিব কম্পন বাড়িয়া যায—অর্থাৎ অণুগুলি গতিশক্তি সম্পন্ন হয়।

আলোক শক্তি—অতীন্দ্রিয় পদার্থ ঈশাবেব তবঙ্গ আমাদেব চক্ষুতে আঘাত কবিলে আলোক শক্তিব উন্মেষ অমুভূত হয়। এখানেও তাহা হইলে দেখা বাইতেছে ঈশাবেব গতিশক্তিব প্রভাবে আলোক শক্তিব সৃষ্টি। বাল্বিক শক্তি বা তাপ শক্তিব কাষগুলি আমাদেব কাছে যত পবিচিত আলোক শক্তিব কাজ আমাদেব নিকট তত পবিচিত নয়। কিন্তু ফটোগ্রাফিতে আলোক শক্তিব কাজেব পবিচয় পাই।

শব্দ শক্তি—কর্ণপটে বায়ু-তবঙ্গেব আঘাতে শব্দশক্তিব অমুভূতি পাই। এক্ষেত্রেও বায়ুব গতিশক্তি হইতে শব্দ শক্তিব জন্ম। আবাব নিপবীত দিক হইতে ধবিলে দেখা যায় কোন প্রকাবে উথিত শব্দশক্তি হইতে বায়ুতে যে তবঙ্গ উঠে তাহাব বলে অনেক কাষ হয়। জোবে শব্দ হইলে জানালা কপাট কাঁপিয়া উঠিতে দেখা যায এবং আমাদেব কর্ণপটহ ছিঁড়িয়া যাইতে পাবে—এমন কি মাহুষ চিব বধিব হইতে পাবে।

চুম্বক, তড়িৎ, রাসায়নিক প্রভৃতি শক্তি কিরূপে উদ্ভূত হয় এখন তোমবা সহজেই বুঝিতে পারিতেছ, এক একট শক্তি রূপান্তবিত হইয়া অন্তরূপে দেখা দেয, বস্তুতঃ শক্তিব বিনাশ নাই।

যখন আমবা চিল ছুঁডি তখন আমাদেব পেশীব শক্তি চিলেব স্থৈতিক শক্তিকে রূপান্তবিত করিয়া গতি শক্তিতে পবিণত কবে। পাথবেব উপর পাথব ঘসিলে আমাদেব পেশীব শক্তি ক্ষয়প্রাপ্ত হইয়া তাপশক্তিতে পবিণত হয়, শব্দ শক্তিতেও পবিণত হয়। এইরূপ জগতে প্রত্যেক কাৰ্যেব পিছনে এক বা একাধিক শক্তিব

কপাস্তব ঘটতেছে, পূর্ববর্তী উদাহরণ জুড়িতে তাহা লক্ষ্য করিয়াছ। • কিন্তু ব্রহ্মাণ্ডে সকল শক্তির মোট পরিমাণ আবহমান কাল স্থির আছে, তাহাব কোন হ্রাস বৃদ্ধি ঘটে নাই এবং কেহ ঘটাইতে পারিবে না।

শক্তি এবং পদার্থের প্রধান পার্থক্য এই যে পদার্থের ওজন আছে, শক্তির ওজন নাই, পদার্থের বিস্তৃতি আছে শক্তির বিস্তৃতি নাই, পদার্থের অভেদতা আছে শক্তির অভেদতা নাই।

মনে বাগিও কোন পদার্থের উপর যত কাজ করা হইবে—সেই পদার্থটি ততটুকু কাজ করিবাব শক্তি সম্বিত করিবে এবং সুযোগ পাইলে ঠিক ততটুকু কাজ করিবা সে শক্তিটুকু কপাস্তবিত করিবা ফেলিবে।

মনে কর একটি ভাবী বস্তু উপরে তুলিয়া ধরা হইল। পৃথিবীর মহাকর্ষের বিরুদ্ধে পদার্থটির উপর কিছু কার্য করা হইল। ইহাতে বস্তুটি কিছু শক্তি সঞ্চয় করিল। এইবার যদি বস্তুটিকে ছাড়িয়া দেওয়া হয় তবে সে ঐ শক্তিবলে নিচে পড়িয়া যাইবে।

পৃথিবীতে সকল প্রকার তাপের প্রধান উৎস যে সূর্য ইহা আমরা প্রায় প্রত্যক্ষ ভাবেই বুঝিতে পারি। কারণ আপাত দৃষ্টিতে যখন দেখি কাঠ বা কয়লাই যেন তাপের প্রধান উৎস, তখন ইহাও আমরা বুঝিয়া লইতে পারি যে এই কয়লাও এক সময়ে কাঠ ছিল এবং বৃক্ষ হইতে কাঠ পাওয়া গিয়াছিল। সূর্যোত্তাপে বায়ুমণ্ডলের কার্বন আয়করণ করিয়াই বৃক্ষগুলি বৃদ্ধি পাইয়াছিল। এক সূর্যোত্তাপের অভাবে বর্তমান সভ্য যুগের অতি প্রয়োজনীয় শক্তির উৎস কাঠ বা কয়লার জন্ম সম্ভব হইত না। কাজেই বাল্মা, এঞ্জিন বা কল কারখানা চালনা, আলোজ্জালা প্রভৃতি কামই অসম্ভব হইয়া পড়িত, আরও একটু চিন্তা করিয়া দেখিলে বুঝিতে পারা যায় সূর্যোত্তাপের অভাবে গাছ পালা না জন্মাইলে জীবগণের আশ্রয় জুটিত না, তাহাদের কলের পুষ্টি হইত না, পৈশীক শক্তিও জন্মাইত না। সূর্যোত্তাপের অভাবে নদীতে জোয়ার ভাঁটা হইত না, শ্রোত

বহিস্ত না, মেঘ বৃষ্টি হইত না এমন কি বায়ু বহিত না। তাহা হইলে সকল শক্তিব প্রধান উৎস তাপ শক্তি এবং তাহাব আধাব সূর্য।

সংক্ষেপ :—কায়ক্ষমতাই শক্তি। শক্তিহীন পদার্থ হইতে পারে না, আবার পদার্থ ছাড়া শক্তি থাকিতে পারে না। শক্তির গুজন নাই, বিস্তৃতি নাই, অভেদ্যতা নাই, শক্তি বিভিন্ন প্রকারেব হইলেও এক প্রকার শক্তি রূপান্তরিত হইয়া অন্য প্রকার হইতে পারে। সকল শক্তির মূল উৎস সূর্য।

ষষ্ঠ প্রশ্নমালা

১। বিভিন্ন প্রকার শক্তিব নাম কব ও তাহাদের সম্বন্ধে কি জান সংক্ষেপে লিখ। (Name some of the energies and state what do you know of them ?)

২। এক শক্তি রূপান্তরিত হইয়া অন্য শক্তিতে পরিণত হয়, উদাহরণ দিয় বুঝাইয়া দাও। (Explain the transformation of energy)

৩। শক্তি ও পদার্থের পার্থক্য কি ? (Distinguish between matter and energy ?)

৪। একটি টিল নিক্ষেপ্ত হইবাব পর মাটিতে পড়া পযন্ত কি কি শক্তির প্রভাব বুঝা যায় লিখ। (Influence of how many kinds of energies may be found when a stone is thrown away, till it comes down to the ground)

৫। সকল শক্তিব মূল উৎস সূর্য, প্রমাণ কব। (Prove that the sun is the source of all energies)

সপ্তম পরিচ্ছেদ

আলোক

আলো ও ছায়া, আলোর গতি

আলোক এক প্রকাব শক্তি। অন্ধকারময় স্থানে যেখানে কোন কিছুই দেখিতে পাওয়া যায় না আলো জালিলে সে স্থানের প্রায় সকল পদার্থই দৃষ্টিগোচর হয়। ইহা স্থির হইয়াছে যে আলো জালিলে ইহাব পার্শ্ববর্তী দ্রব্যে তবঙ্গ উৎপন্ন হয় এবং সেই তবঙ্গ আমাদের চোখের পিছনে যে পর্দা আছে তাহাতে প্রতিভাত হইলে আমরা দেখিতে পাই। কিন্তু আশ্চর্যের বিষয় এই, কোন পদার্থেব আলো কোন পদার্থে পড়িলে তবে আমরা দেখিতে পাই এবং সঙ্গে সঙ্গে আলোব অস্তিত্ব উপলব্ধি কবি, অথচ এই আলো যখন শূন্য দিয়া যায় সে স্থানে যদি ধূলি কণা বা অল্প কোন পদার্থেব কণা না থাকে তবে এই আলোব অস্তিত্ব মোটেই উপলব্ধি কবিতে পারি না। জ্ঞানালাব ঝাঁক দিয়া আলোব বগ্নি অন্ধকার ঘবে প্রবেশ কবিলে দেখা যায় ঐ আলোকে উদ্ভাসিত কত ধূলিকণা ইত্যন্ত নড়িতেছে। আলোকেব পথে যদি ধূলিকণা না থাকিত তবে আলো আছে বলিয়া বুঝা যাইত না, অথচ সেই আলো মেঝেতে পড়িলে মেঝে আলোকিত হইয়া উঠিতে দেখা যায়।

আলোব সম্মুখে পদার্থ আনিলে দেখা যায় কতকগুলি ভিতর দিয়া আলো প্রায় অবাধে চলিয়া যায়—তাহাদিগকে আমরা স্বচ্ছ (Transparent) পদার্থ বলি, যথা—কাচ, বায়ু, অভ্র, জল ইত্যাদি, আবাব কতকগুলি ভিতর দিয়া আলোব কিয়দংশ বাইতে পাবে তাহাদিগকে ঈষদ্রচ্ছ (Translucent) বলি, যেমন—বসা-কাচ, তেলে-কাগজ ইত্যাদি, এবং যে পদার্থ গুলির মধ্য দিয়া আলো প্রায় যাতায়াত কবিতে পাবে না তাহাদিগকে অসচ্ছ (Opaque) বলা হয়, যথা—কাঠ, ইট, পাথর, চামড়া, লোহা ইত্যাদি। অবশ্য ইহাও সত্য যে সকল পদার্থই এমন কি অতি স্বচ্ছ পদার্থও যদি পুরু করিয়া বাধা হয়

তবে তাহাব ভিতৰ দিবা আলোক যাইতে বাধা পাইবেই, আৰাব তেমনই অস্বচ্ছ পদাৰ্থকে পাতলা কৰিয়া বাখিয়া তাহাতে আলোক প্ৰবেশ কৰাইলে তাহাব ভিতৰ দিয়া অন্ন আলো যাইলেও যাইতে পাবে। **ৰন্ডজেন** (Rontzen) সাহেবেৰ আবিষ্কৃত আলোক কাঠ বা চম ভেদ কৰিয়া যাইতে পাবে।

অস্বচ্ছ পদাৰ্থেৰ নিকট আলো থাকিলে ইহাব ভিতৰ দিবা আলো যাইতে পাবে না বলিয়া আলোৰ বিপৰীত দিকে খানিকটা অন্ধকাৰ অস্বচ্ছ পদাৰ্থেৰ মূৰ্তিকপে দেখা যায়। ঐ অন্ধকাৰময় স্থানকে উক্ত অস্বচ্ছ পদাৰ্থেৰ **ছায়া** (Shadow) বলা হয়। আলো যত তীব্ৰ হয় ছায়া তত কম অন্ধকাৰ হয় এবং আলোৰেৰ সম্মুখস্থ পদাৰ্থ যত অস্বচ্ছ এবং পুৰুষ হয় ছায়াও তত অধিকতৰ অন্ধকাৰময় হয়। একটা অস্বচ্ছ পদাৰ্থেৰ সামনে একটা আলো বাখিলে যেকপ গাট অন্ধকাৰময় ছায়া পড়ে, দুইটা আলো জালিলে তাই তত গাট অন্ধকাৰময় ছায়া পড়ে না।

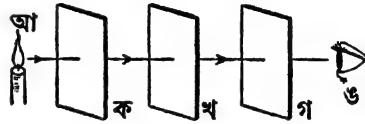
অনেক ক্ষেত্ৰে আলো, অস্বচ্ছ পদাৰ্থ এবং যে স্থানে ছায়া পড়ে সেই পদা, এই তিনিটিৰ আনুপাতিক অবস্থান অনুসাবে ছোট বড় ছায়া পড়ে। অস্বচ্ছ পদাৰ্থটিৰ ছায়াৰ পাশেই আৰও একটা কম অন্ধকাৰময় উহাব মূৰ্তি দেখিতে পাওযা যায়, তাহাকে **উপছায়া** (Penumbra) বলে। গাট অন্ধকাৰ মূৰ্তিকে **প্ৰাছায়া** (Umbra) বলে।

আলো সকল সময় সবল বেথাক্ৰমে গমন কৰে। যদি কোন ক্ৰমে আলোৰ গতি একদিক হইতে অন্তৰ্দ্ধিকে বাকাইয়া দেওয়া হয় তবে পুনৰায় ইহাব গতি সবল বেথা ক্ৰমেই চালিত হইয়া থাকে। আমবা যখন দূৰ হইতে ট্ৰেণ বা ষ্টিমাবে সাৰ্চ লাইটেৰ আলো দেখি কিংবা জানালাৰ ফাঁকে অন্ধকাৰ ঘৰে আলো প্ৰবেশ কৰিতে দেখি, অথবা মেঘেৰ আডালে সূৰ্যেৰ বিচ্ছূৰিত কিৰণ অথবা অন্তাচলেৰ পিছনে সূৰ্যেৰ শেষ বগ্নি দেখি তখন আমবা স্পষ্টই বুঝিতে পাবি ইহাদেৰ কিৰণ সবল বেথা ক্ৰমে চাৰিবিদিকে ছড়াইয়া পড়িতেছে। এই আলোৰ সম্মুখে যদি অস্বচ্ছ পদাৰ্থ ধৰা হয় তবে দেখা যাইবে আলোৰ বিপৰীত দিকে অস্বচ্ছ পদাৰ্থেৰ

ছায়া পড়িয়াছে। আলো যে সবল বেথা ক্রমে ছড়াইয়া পড়ে নিম্নলিখিত পরীক্ষা হইতে সহজেই তাহা প্রমাণ করিতে পাৰা যায়।

একটি জ্বলন্ত বাতির সম্মুখে পব পব তিনটি পিস্ বোর্ডের পর্দা ক খ গ সমান্তরালভাবে পাড়া করিয়া যাপ। এই তিনটি পর্দার মধ্যস্থলে একটি কবিশা সব ছিদ্র আছে,

(৭৫নং চিত্র) পদার্থগুলিরে এমনভাবে সাজাও যেন বাতির শিখা এবং ইহাদের ছিদ্রগুলি এক সবল বেথায় পড়ে। পবে



শেষের পর্দাটির ছিদ্রের সামনে

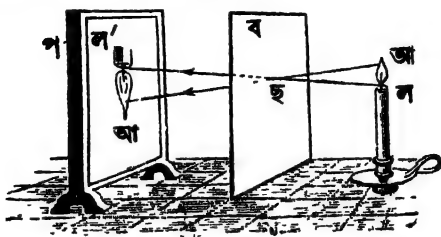
৭৫নং চিত্র—সবলবেথাক্রমে আলোর গতি

মনে কব ঙ স্থানে চোপ রাখিলে বতঙ্গ ক খ ও গ এব ছিদ্রগুলি এবং ঙ এক সবল বেথায় থাকিবে ততঙ্গ দীপশিখাটি দেগিতে পাওয়া যাইবে। কিন্তু যদি একটি মাত্র পর্দাকেও সবাইয়া এমনভাবে রাখা যায় নাহাতে অপব গুলির ছিদ্রের সহিত ইহাৰ ছিদ্র এক সবল বেথায় থাকিবে না, তবে পূর্বের ত্রায় চোখ রাখিলে আলো দেখা যাইবে না।

আলোর গতি সবল বেথা ক্রমে হইয়া থাকে বলিয়া আমবা অস্বচ্ছ পদার্থের ছায়া সময় সময় উন্টা দেগিতে পাই। একপ একটি ছায়া কেমন উন্টা ভাবে পড়িয়াছে তাহা ৭৬নং চিত্র হইতে বুঝিয়া লও।

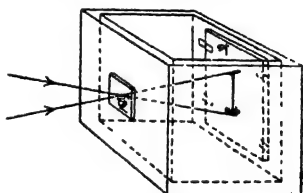
একটি অতি সূক্ষ্ম ছিদ্র বিশিষ্ট টিন বা পিস বোর্ডের পর্দার একপাশে একটি জ্বলন্ত বাতি ও অপব পাশে আব একটি ঘসা কাচের পর্দা রাখিলে দেখা যায় ঘসা কাচের পর্দার উপব বাতির শিখার একটি উন্টা ছবি পড়িয়াছে। যদি বাতিটিকে মধ্যব পর্দার নিকটে আনা যায় অথবা ঘসা কাচের পর্দাটি পূর্ব পর্দা হইতে দূবে সবাইয়া দেওয়া হয় তবে এই ছবিটি বড হইতে থাকিবে। আবাব যদি বাতিটিকে পদা হইতে দূবে সবাইয়া দেওয়া হয় অথবা ঘসা কাচের পর্দা পূর্বোক্ত পর্দার নিকট সবাইয়া আনা হয় তবে বাতির ছবিটি আকাবে ছোট হইয়া যায়। ইহার কারণ কি—তোমবা পাতায় বিভিন্ন দূববর্তী বাতি ও পর্দার

আলোকৰ বেখাগুলি টানিয়া দেখিলে বেণ বুদ্ধিতে পাবিব। এখানে লক্ষ্য



৭৬নং চিত্র—ছায়াৰ উল্টা মূৰ্তি

বাখিও, মধ্যৰ পৰ্দাৰ ছিদ্রটি অতি সূক্ষ্ম সূচাগ্ৰে নিৰ্মিত হওযা চাই। যদি ছিদ্রটি বড় হয় তবে বাতিৰ ছবি তত উজ্জ্বল হইবে না, আব্.ছ। আব্.ছ। হইবে এবং আকাৰেও বড় হইয়া যাইবে। ফটো তুলিবাব কামেবাব মূলসূত্রটি অনেকটা এইৰূপ। ক্যামেবায় কিৰূপে চিত্র গৃহীত হয় পাৰ্শ্বৰ চিত্রে তাহাৰ একটু আভাষ পাওয়া বাইবে। একটি গাছেৰ চিত্র পৰ্দায়, এখানে প্ৰেটৰ উপৰ উল্টা ভাবে পড়িয়াছে দেখ। একটি আলো শিখা আ'ল বোড়ে' কিৰূপ উল্টা মূৰ্তি আ'ল' প্ৰস্তুত কৰিয়াছে ৭৬নং চিত্রে দেখ।



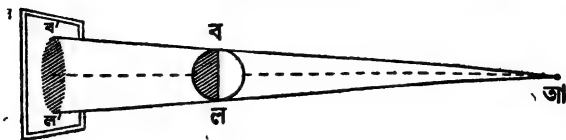
৭৭নং চিত্র—ক্যামেৰা

এইবাব দেখা যাউক আলোকৰ উৎস এবং অসচ্ছ পদাৰ্থৰ আৱতনেৰ হাৰ বুদ্ধিৰ সঙ্গে ছায়া বা উপছায়া কিৰূপ হইয়া থাকে।

আলোকৰ উৎস যদি বিন্দু-প্ৰমাণ হয় তবে অসচ্ছ পদাৰ্থটিৰ মাত্ৰ ছায়া পৰ্দায় পড়িব। আলো, অসচ্ছ পদাৰ্থ এবং পৰ্দাৰ আপেক্ষিক অবস্থান অনুসাবে ছায়াৰ হাৰ বুদ্ধি হয়। (৭৮নং চিত্র)। এন্ধেত্ৰে ছায়া অতিশয় গাঢ় অন্ধকাৰময় হয়।

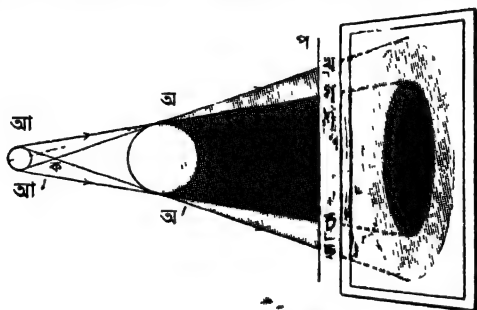
আলোকৰ উৎস যদি বিন্দু অপেক্ষা বড় হয় অথচ অসচ্ছ পদাৰ্থটি অপেক্ষা

আকাৰে ছোট হয় তবে পৰ্দায় যে ছায়া পড়ে তাহাব চাবিপাশে অপেক্ষাকৃত



৭১নং চিত্র—ছায়া

কম অন্ধকাবময় উপচ্ছায়া পড়ে। এক্ষেত্রেও পৰ্দাকে যত অস্বচ্ছ পদার্থ হইতে

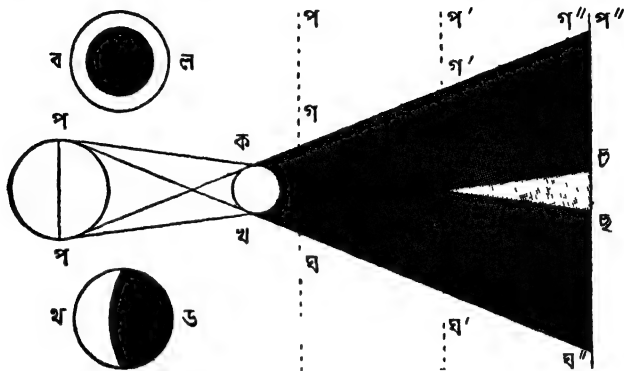


৭২নং চিত্র—ছায়া ও উপচ্ছায়া

দূৰে অথবা আলোটিকে যত অস্বচ্ছ পদার্থেব নিকটে সবান যাইবে তত ছায়া এবং উপচ্ছায়া বড় হইবে, পক্ষান্তৰে ছোট হইবে।

কিন্তু যদি আলোকের উৎস, অস্বচ্ছ পদার্থ হইতে বৃহত্তর হয় তাহা হইলে পদার্থ টিকে অধিকদূৰে সবাইলে ছায়া আব দেখা যায় না, কেবলমাত্র উপচ্ছায়াই ইহাব উপব পড়িবে। ইহাব কাৰণ ৮০নং চিত্র দেখিলে বুঝা যাইবে। খাতায় বিভিন্নরূপ দূৰে পৰ্দা, আলো ও অস্বচ্ছ পদার্থ বাখিয়া ছায়া ও উপচ্ছায়ার কিরূপ পৰিবর্তন হয় লক্ষ্য কব। এখানে গা গ' এবং গ'' একটি পৰ্দাব তিনটি অবস্থান, প প আলোক উৎস এবং ক খ অস্বচ্ছ পদার্থ, চ ছ হইতে, এবং উহাব দুই পাশ হইতে আলোক উৎসকে যেমন দেখায় অত্র দুইটি বৃত্ত ব ল, খ ড, সেই চিত্র দিতেছে।

এবোপেন যখন উদ্ভিতে থাকে তখন ইহাব ছায়া কেন পড়ে না এইবাব বোধহয় তোমাদের বুদ্ধিতে কষ্ট হইবে না। সূর্য বৃহত্তর আলোক উৎস,



৮-নং চিত্র—সম্পূর্ণ উপচ্ছায়া

এবোপেন অস্বচ্ছ পদার্থ এবং ভূ-পৃষ্ঠ পদা। এক্ষেত্রে অস্বচ্ছ পদার্থ হইতে পর্দাব দূবদ্ধ এত অধিক যে পর্দাব ছায়া পড়ে না। যে উপচ্ছায়া পড়ে তাহা সূর্য-লোকেন তীরতায বুদ্ধিতে পাবা যায় না।

উপবেব চিত্রগুলি দেখিলে স্পষ্টই বুঝা যাইব আলোর গতি সবলবেগা ক্রমে হইয়া থাকে বলিয়া উপযুক্ত ঘটনাগুলি সম্ভব।

এইকপে সূর্য, পৃথিবী ও চন্দ্রের অবস্থানানুসাবে যে চন্দ্রগ্রহণ এবং সূর্যগ্রহণ হয় তাহা পবে বুঝান হইবে। যখন পৃথিবী অস্বচ্ছ পদার্থ এবং চন্দ্র পর্দাব কাজ কবে তখন সূর্য গ্রহণ হয় এবং যখন চন্দ্র অস্বচ্ছ পদার্থ এবং পৃথিবী পর্দাব কাজ কবে তখন চন্দ্রগ্রহণ হইয়া থাকে।

সংক্ষেপঃ—আলো আলিলে ইহাব পার্শ্বতী ঈধারে যে ভরঙ্গ উৎপন্ন হয় তাহা আমাদের চোখের পিছনে যে পর্দা আছে তাহাতে পড়িলে আমাদের দেখিবার অমুভূতি

জন্মে। আলো কোন পদার্থে পড়িলে তবে সেই পদার্থ দেখিতে পাই এবং আলোর অস্তিত্ব বুঝিতে পারি, নতুবা শূন্যে আলোকের স্ব অদৃশ্য।

যে সকল পদার্থের ভিতর দিয়া আলো প্রায় অবাধে চলিয়া যায় তাহাদিগকে স্বচ্ছ এবং বাহাদের ভিতর দিয়া আলোক ষাটতে পাবে না বলিতে চলে তাহাদিগকে অস্বচ্ছ পদার্থ বলে। কতকগুলি পদার্থের ভিতর দিয়া আলো ষাটতে পাবে বটে কিন্তু আলো প্রভা উজ্জ্বল থাকে না—তাহাদিগকে ঈষদস্বচ্ছ বলে। বস্তুত সকল পদার্থই পাতলা হইলে তাহাদের ভিতর অল্পবিস্তর আলোক যাতায়াত করিতে পাবে। আলোক সকল সময়ে সবল বেথাক্রমে একস্থান হইতে অন্যস্থানে যায়। আলোকের সামনে অস্বচ্ছ পদার্থ থাকিলে অস্বচ্ছ পদার্থের পশ্চাতে ছায়া পড়ে। আলোক উৎস হইতে কোন রশ্মিই ছায়াময় স্থানে পৌঁছাইতে পাবে না। যদি আলোক উৎস বড় হয় এবং অস্বচ্ছ পদার্থ ছোট হয় তবে পশ্চাতে বস্তুত পদার্থ ছায়া ও উপছায়া কিংবা দুইয় অল্পসারে কেবলমাত্র উপছায়া পড়িতে পারে, আলোক উৎসের কোন না কোন স্থান হইতে বস্তু ছায়াময় স্থানে পড়িলে উহাই উপছায়া হইয়া দাঁড়ায়।

সপ্তম প্রশ্নমালা

১। স্বচ্ছ, ঈষদস্বচ্ছ, অস্বচ্ছ পদার্থ ও উপছায়া কাকে বলে? (What are the following :—transparent and opaque bodies and penumbra)

২। ছায়া এবং উপছায়ার প্রভেদ কি চিত্র সাহায্যে বুঝাইয়া দাও। ইহাৰা আলো এবং অস্বচ্ছ পদার্থের কোন দিকে পড়ে লিখ। (Explain with a diagram what is the difference between an umbra region and a penumbra region Write on which side of the light and the opaque body they fall)

৩। দুইটি এমন পরীক্ষা বর্ণনা কর যাহাতে প্রমাণ করা যায় আলোর গতি সরল রেখা ক্রমে হইয়া থাকে। (Describe two experiments which will prove that light travels in straight lines)

৪। আলোর গতি যদি সরল রেখা ক্রমে না হইত তবে উপছায়া পড়া সম্ভব হইত না—চিত্র সাহায্যে বুঝাইয়া দাও। (Explain with a diagram—penumbra region would not be found had not light travelled in straight lines)

অষ্টম পরিচ্ছেদ

আলোক প্রতিফলন ও প্রতিসরণ

অনেকে হয়ত লক্ষ্য করিয়া থাকিবে একটি আয়নার উপর বোদ পড়িলে সেই বোদ আয়না হইতে প্রতিফলিত হইয়া ঘবেব দেওয়ালে, মেঝেয় অথবা অন্য কোন পদার্থে গিয়া পড়ে, কিন্তু প্রতিফলিত বোদের প্রখবতা কমিয়া যায়। ঠিক আয়নাটির মত যদি একখণ্ড কাঠ বাখা হয় তবে তাহাতে বোদ পড়ে বটে কিন্তু প্রতিফলিত হয় না। আয়নার তলটি পালিশ করা চক্চকে, মসৃণ, কিন্তু কাঠের তল খসখসে এবং অমসৃণ। মসৃণ তলে আলো পড়িলে তাহা প্রতিফলিত হয়, যে তল যত মসৃণ সেই তল হইতে তত অধিক আলো প্রতিফলিত হয়। যে তলের উপর আলো পড়িয়া প্রতিফলিত হয় তাহাকে **প্রতিফলক** (Reflector) বলে। তনের বং কাল হইলে, ইহা হইতে আলো প্রতিফলিত হইতে পারে না। পরীক্ষা করিবার জন্য আয়না, চক্চকে পালিশ করা পিতলের পাত, এবং অল্প চক্চকে আব একটি পিতলের পাত ও একটি কাল বঙএব চীনা মাটির মসৃণ ফলক লইয়া তাহাদিগকে বোদে ধর। দেখিবে আয়না এবং মসৃণ পিতলের পাত হইতে সবাধিক পরিমাণ বোদ প্রতিফলিত হইয়াছে। অল্প মসৃণ পিতলের পাত হইতে অল্প আলো প্রতিফলিত হইয়াছে অথচ কাল চীনা মাটির মসৃণ তল হইতে আলো প্রতিফলিত হয় নাই।

আপতিত আলোকেব সমস্ত অংশই প্রতিফলিত হয় না তাহাব কাৰণ আলোব কয়দংশ প্রতিফলক শোষণ করিয়া লয়। আপতিত বস্ত্র প্রতিফলকের উপর যতই তিখকভাবে পড়ে তত অধিক অংশই ইহাব প্রতিফলিত হয়। আলোক যে সকল পদার্থেব ভিতব দিয়া যায় তাহাদেব তাবতমোও প্রতিফলনেব হ্রাস বুদ্ধি নির্ভব কবে। বায়ুব মধ্য দিয়া আলো গিয়া যদি প্রতিফলকে পড়িয়া পুনৰায়

বায়ুৰ মধ্যৰ্হ প্ৰতিফলিত হয় তৰে যে পৰিমাণ আলোক প্ৰতিফলিত হয় জলেৰ মধ্য দিয়া গিয়া জলেৰ মধ্যৰ্হ ঠিক তত পৰিমাণ আলো প্ৰতিফলিত হয় না। এই জন্ত কাচেৰ আঘনাৰ উপৰ যদি জল পড়ে তৰে প্ৰতিফলিত আলোৰ প্ৰখৰতা কমিয়া যায়।

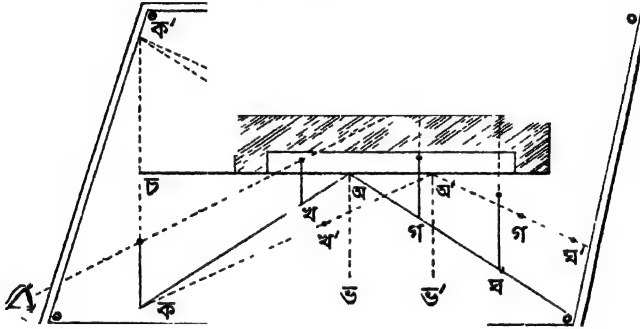
পালিশ কৰা মসৃণ তলেৰ উপৰ উপবোক্ত উপায়ে আলোক পতিত হইয়া পুনৰায় অতপথে বিবিধা আসাকে **প্ৰতিফলন** (Reflection) বলা হয়। বোনও একটী আলোক বশ্মি আসিয়া যখন প্ৰতিফলকেৰ উপৰ পড়ে তখন ইহাকে **আপতিত বশ্মি** (Incident ray) বলা হয় এবং যখন প্ৰতিফলিত হইয়া বিবিধা যায় তখন তাহাকে **প্ৰতিফলিত বশ্মি** (Reflected ray) বলা হয়। প্ৰতিফলকেৰ যে বিন্দুতে আসিয়া বশ্মি পতিত হয় সেই বিন্দু হইতেই প্ৰতিফলিত হয়, এই বিন্দুটিকে **পাতনবিন্দু** (Point of incidence) বলা হয়। এই বিন্দু হইতে প্ৰতিফলকেৰ উপৰ য়ে লম্ব কল্পনা কৰা হয় তাহাকে **অভিলম্ব** (Normal) বলা হয়। অভিলম্বৰ সহিত আপতিত বশ্মি য়ে কোণ উৎপন্ন কৰে তাহাকে **আপতন কোণ** (Angle of incidence) এবং অভিলম্বৰ সহিত প্ৰতিফলিত বশ্মি য়ে কোণ উৎপন্ন কৰে তাহাকে **প্ৰতিফলন কোণ** (Angle of reflection) বলা হয়।

বৈজ্ঞানিকগণ স্থিৰ কৰিয়া'ছন দুইটি বিশিষ্ট নিয়মাৰীনে এই প্ৰতিফলন ক্ৰিয়া সম্পন্ন হয়।

যথা :—(১) আপতিত বশ্মি, প্ৰতিফলিত বশ্মি ও অভিলম্ব একই সমতলে থাকে। (২) আপতন কোণ ও প্ৰতিফলন কোণ পৰস্পৰ সমান।

পৰীক্ষা—ডুইং বোর্ডে এক টুকুৰা শাদা কাগজেৰ চাৰি কোণে পিন দিয়া আটুকাইয়া বোর্ড পানি টেবিলেৰ উপৰ বাখ। শাদা কাগজখানিৰ উপৰ কলাব সাহায্যে একটী সবল দেখা টান। এই সবল বেখাৰ উপৰ একখানি ছোট আঘনা এমন ভাবে খাড়া কৰিয়া বাখ যেন আঘনাৰ ঠিক পিছন দিকেৰ কলাই এই বেখাৰ সহিত মিলিয়া থাকে। আঘনাটিৰ ঠিক নিচেৰ দিকে খানিকটা অংশ ছোট

একটি আয়ত ক্ষেত্রের মাঝে কলাই শূন্য থাকে চাই ; পবে দুইটি বড় পিন ঐ আয়তের সামনে বোর্ডের উপর এমনভাবে খাড়া কবিয়া পুঁতিয়া দাও যেন পিন দুইটির পদদেশ সবল বেথা দ্বারা যোগ কবিয়া সবল বেথাটিকে বর্ধিত কবিলে ঐ সরল বেথা আয়তের সহিত একটি সূক্ষ্ম কোণ উৎপন্ন কবে। মনে কব পিন দুইটির



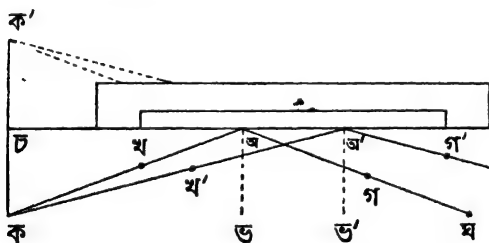
৮১ নং চিত্র—প্রতিফলনের পরীক্ষা

অবস্থান যথাক্রমে ক এবং খ, এইবার চোখ ফিরাইয়া পিন দুইটির উপর এমন ভাবে লক্ষ্য রাখ যেন পিন দুইটিকে একই সবল বেথায় দেখা যাইবে। এই অবস্থায় চোখ নিবদ্ধ রাখিয়া আবার দুইটি পিন গ এবং ঘ অবস্থানে একপভাবে পুঁতিয়া দাও যেন মনে হয় শ্রেণোক্ত পিন দুইটি পূর্বোক্ত পিন দুইটির প্রতিবিম্বের সহিত একই সবল বেথায় অবস্থান কবে। চাবিটি পিনের অবস্থানে দাগ দিয়া আয়না এবং পিন সবাইয়া লইয়া ক খ এবং গ ঘ সবল বেথাদ্বয় টানিয়া বর্ধিত কবিলে দেখা যাইবে তাহা বা পূর্ব সবল বেথার একটি বিন্দু অ তে আসিয়া মিলিত হইবে। অ হইতে পূর্বের সবল বেথার উপর ক খ বা গ ঘ এব দিকেই অ ভ একটি লম্ব টানিলে দেখা যাইবে $\angle ক অ ভ = \angle ঘ অ ভ$, ক অ ভ কোণ আপতন কোণ, এবং ঘ অ ভ কোণ প্রতিফলন কোণ। ইহা বা সমান হইবে (৮১নং চিত্র)।

ক অ, অ ভ, এবং অ ঘ বেখাগুলি যথাক্রমে আপতিত রশ্মি, অভিলম্ব ও প্রতিফলিত রশ্মি বুঝাইতেছে। ইহাবা সকলেই কাগজ খানি তলে অবস্থিত হওয়ায় বুঝা যায় আপতিত রশ্মি, অভিলম্ব এবং প্রতিফলিত রশ্মি, একই তলে অবস্থান কবে।

এইবার যদি ক এ অবস্থান ঠিক রাখিয়া খ এ অবস্থান পরিবর্তিত করিয়া খ' অবস্থানে রাখা যায় তবে দেখা যাইবে গ ঘ এবং অ ভ এ অবস্থান যথা ক্রমে গ' ঘ' এবং অ' ভ' অবস্থানে আসিয়া পড়িবে। এইরূপ পরীক্ষা কবিলে দেখা যায় আলো যদি লম্বভাবে প্রতিফলকে পড়ে তবে সেই পথেই প্রতিফলিত হইয়া ফিরিয়া আসে।

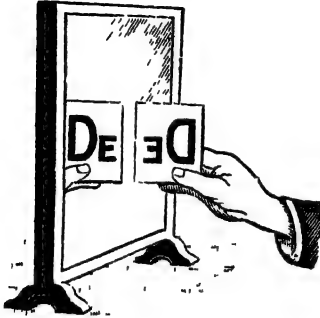
আলোক প্রতিফলনের দ্বিতীয় নিয়মানুসারে প্রমাণ কবিতে পাওয়া যায় প্রতিফলক হইতে বস্তু যত দূরে থাকে ইহাব প্রতিবিম্বও প্রতিফলক হইতে ঠিক তত দূরেই প্রতিফলিত হয়, ৮২নং চিত্রের সাহায্যে প্রমাণ কবিতে পাওয়া যায়



৮২নং চিত্র—প্রতিফলনের নিয়ম

কচ=ক'চ। মনে কর একটি আয়নার সম্মুখে DE এই অক্ষব ছুটি বহিয়াছে। ইহাব প্রতিবিম্ব প্রতিফলক হইতে যত দূরে আছে, বিন্দুগুলি প্রতিবিম্বও আয়নাটি হইতে ঠিক ততদূরে পড়িতে দেখা যাইবে। এইরূপে দেখা যায় প্রতিবিম্বটি উল্টাইয়া গিয়াছে। এই জন্ত আমবা যখন আয়নার সামনে দাঁড়াইয়া ডান হাত তুলি তখন প্রতিবিম্বে মনে হয় বাম হাত উঠিতেছে।

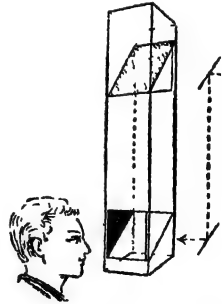
প্রতিফলনের নিয়মটির উপর নির্ভর কবিয়া একটি ফ্রেমের আঁটা আয়নাকে ফ্রেম



৮৩নং চিত্র—উপটা প্রতিগতি

পাওয়া যায়।

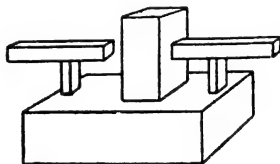
প্রতিফলন ক্রিয়া আমাদের যে কয়টি ব্যবহারিক উপকায়ে লাগে তন্মধ্যে ফুটবল খেলার মাঠের পাশে লোক যে **পেরিস্কোপ** (Periscope) ব্যবহার করে তাহা একটি সবল উদাহরণ। একটি লম্বা কাঠের বাস্তব ভিতরে, উপরে ও নিচে ছুইখানি আয়না মুখো মুখি সমান্তরালভাবে থাকে। আয়নাগুলি দিগন্তের সহিত ৪৫° কোণ কবিয়া অবস্থিত থাকে। উপরের আয়নাটি দ্রষ্টব্য পদার্থের দিকে পাতা থাকে, কাজেই নিচের আয়নাটির মুখ ঠিক উপরের আয়নার মুখের বিপরীতদিকে খোলা থাকে। সেই আয়না দেখিলেই দুবের পদার্থ বেশ দেখিতে পাওয়া যায়। মাহুষের ভিড়ে যখন দুবের পদার্থ দেখিতে



৮৪নং চিত্র—পেরিস্কোপ

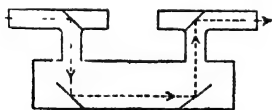
অস্ববিধা হয় তখন এই যন্ত্র ব্যবহার কবিলে ইহাব উপবেব আয়নাটি মাঝুযেব মাথা ছাড়াইয়া উপবে থাকে বলিয়া ইহাতে দ্রষ্টব্য পদার্থগুলি প্রতিফলিত হইয়া নিচেব আয়নাৰ পড়ে এবং তাহা হইতে আমবা দ্রষ্টব্যগুলি দেখিতে পাই। চিত্রে তীব চিহ্ন দ্বাবা পেৰিক্ষোপে আলোব গতি পথ দেখান হইল। ডুবো জাহাজে এই পেৰিক্ষোপেব সাহায্যে জলেব উপবে দূব দূবাস্তেব দৃশ্য দেখিয়া শত্রুব আক্রমণ হইতে আত্মরক্ষা কৰিবাব সুযোগ পাওয়া যায়।

প্রতিফলনেব নিয়মেৰ উপব নির্ভব কৰিয়া আব একটি মজাব যন্ত্র নিৰ্মাণ কৰিতে পাবা যায়। দুইটি ফাঁপা নলেব প্রত্যেকটিব মধ্যে একটি কৰিয়া বাছ আছে। বাহগুলি পূৰ্বোক্ত নলগুলিব সহিত সমকোণ কৰিয়া থাকে। এই নলগুলি চিত্রে প্রদৰ্শিত উপায়ে একটি ফাঁপা বাস্কেব উপব বসান থাকে। নলগুলিব ভিতব চাবি খানি আয়না এমনভাবে বসান থাকে যে একটি



৮৫নং চিত্র—ধাঁধা

নলেব ভিতব আলোক বশ্মি প্রবেশ কবিলে প্রথম যে আয়নায় পড়ে তাহা হইতে দ্বিতীয় আয়নায় এবং দ্বিতীয় আয়না হইতে তৃতীয় আয়নাৰ এবং তৃতীয় আয়না হইতে চতুর্থ আয়নায় এবং চতুর্থ হইতে প্রতিফলিত হইয়া পুনৰায় অপর নল দিয়া বাহিবে চলিয়া যায়। এই যন্ত্রে যদি দুইটি নলেব একটিব বাহিব দিকেব প্রান্তে চোখ বাখা যায় তাহা হইলে অপব নলেব সামনে বক্ষিত পদার্থ দেখা যায়। যদি দুইটি নলেব মাঝে একটি অস্বচ্ছ পদার্থ দিয়া আডালকবা যায় তাহা হইলেও



৮৬নং চিত্র—ধাঁধা

পূৰ্বোক্ত পদার্থ দেখা যাইবে। ইহাতে মনে হয় যেন যন্ত্রটিব সাহায্যে অস্বচ্ছ পদার্থেব মধ্য দিয়াও অন্ত পদার্থ দেখিতে পাওয়া যায়। কিন্তু প্রকৃত

পক্ষে ব্যাপাব তাহা নহে। দ্ৰষ্টব্য পদাৰ্থেৰ প্ৰতিবিস্ব প্ৰথম আয়না হইতে দ্বিতীয়, ক্ৰমে তৃতীয় ও চতুৰ্থ আয়নাৰ প্ৰতিফলিত হইয়া চোখে দেখা যায়। ৮৫নং চিত্ৰে যন্ত্ৰটিৰ বৰ্ণিত্ৰাণ ও ৮৬নং চিত্ৰে আলোক বন্ধিৰ গতিপথ ও যন্ত্ৰ নিৰ্মাণেৰ কোণলটি বুঝান হইল।

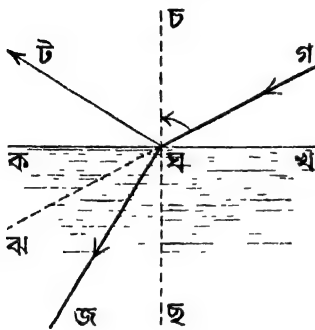
মধ্যযুগে ইউৰোপীয়গণ ‘ভূতৰ নাচ’ দেখিয়া বড়ই আমোদ পাইতেন। এখন ঘেমন আমবা বঙ্গমঞ্চে অভিনয় কিংবা পৰ্দায় চলচ্চিত্ৰ দেখিবাব জন্তু আনন্দেৰ সহিত মঞ্চেৰ (Auditorium) সম্মুখে সমবেত হই, তাঁহাবাও তেমনই তখন ভূতৰ নাচ দেখিবাব জন্তু মঞ্চেৰ সম্মুখে সমবেত হইতেন। মঞ্চেৰ উপৰ কিন্তু দৃশ্যপট বা পৰ্দাৰ পৰিবৰ্তে একখানি বড় কাচ সামনেৰ দিকে হেলাইয়া ঝুলান থাকিত। এই কাচখানিৰ সম্মুখেৰে খানিকটা জায়াগা ফাঁকা এবং তাহাৰ পৰেই একটা মঞ্চ পৰ্যন্ত উঁচু দেওবাল। এই দেওবালেৰ ভিতৰ দিকে একখানি বড় আয়না পূৰ্বোক্ত কাচখানিৰ সহিত সমান্তৰাণ ভাবে মুখোমুখি থাকিত। মঞ্চেৰ তলদেশে কোন দৃশ্য বা লোকজন থাকিলে তাহাদেৰ প্ৰতিবিস্ব নিচেৰ আয়নাতে পড়িয়া উপবেৰ কাচে পড়িত, সেই উপবেৰ কাচেৰ মধ্য দিয়া নিচেৰ আয়নাৰ প্ৰতিফলিত দৃশ্য দৰ্শকগণ দেখিতে পাইতেন। উপবেৰ কাচখানি অন্ধকাৰ থাকিত এবং নিচেৰ আয়না দৰ্শকগণ দেখিতে পাইতেন না। মঞ্চেৰ নিচে মানুষ বিকট মূৰ্তি তথাকণিত ভূতৰ মূৰ্তি ধাবণ কৰিয়া বীভৎস নৃত্য কৰিত এবং তাহাবই প্ৰতিবিস্ব দেখিয়া দৰ্শকগণ আমোদ পাইতেন (৮৭নং চিত্ৰ)।

প্ৰতিসৰণ :—যে সকল পদাৰ্থেৰ মধ্য দিয়া আলো যাতায়াত কৰে তাহা-দিগকে আলোৰ মাধ্যম (Medium) বলে এবং যে সকল মাধ্যমেৰ প্ৰকৃতি ও গুণস্ব এক বকম তাহাদিগকে সমসত্ত্ব (Homogeneous) মাধ্যম বলে। সমসত্ত্ব মাধ্যমেৰ মধ্যে আলো সবল বেগা ক্ৰমে যাতায়াত কৰে, কিন্তু একটা সমসত্ত্ব মাধ্যম হইতে অগ্ৰ প্ৰকাৰ সমসত্ত্ব মাধ্যমে আলো গিয়া পৌঁছিলে যেখানে দুইটি মাধ্যম মিলিত হইয়াছে সেখান হইতে গতিপথ বাকিয়া পুনৰায় সবল বেগাক্ৰমে



১৭নং চিত্র—ভূতের নাচ

যাত্রা কবে। এইরূপ যতবাব মাধ্যম পবিবর্তিত হয় ততবাব আলোব গতি ভিন্ন মুখ হয়। আলোব এই গতি পবিবর্তনেব একটি নির্দিষ্ট নিয়ম আছে। পূর্বে যেমন দেখা গিয়াছে প্রতিফলন হইবার সময় আলো, দুইটি কোণ উৎপন্ন কবে, এক মাধ্যম হইতে অল্প মাধ্যমে প্রবেশ কবিবার এবং বাহিব হইবাব সময়ও ঠিক সেইরূপ দুইটি কোণ উৎপন্ন কবে—একটি আপতন কোণ এবং একটি প্রতিসরণ



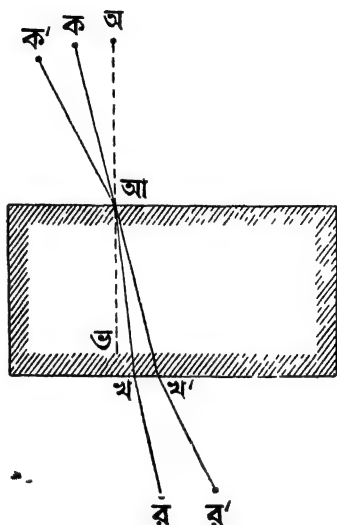
৮৮নং চিত্র—প্রতিসরণ

কোণ। মনে কব চিত্রেব কখ সবল বেখাটি দুইটি মাধ্যমেব মিলন সীমা এবং নি চব মাধ্যমটি উপবেব মাধ্যম অপেক্ষা গুরুতব। গখ একটি আলোকবশ্মি উপবেব মাধ্যম হইতে আসিয়া কখ বেখাব ঘ এই পাতন বিন্দুতে পৌঁছিল। এক্ষণে ঘ বিন্দুতে কখ বেখাব উপব যে লম্ব বঙ্গনা কবা যায় তাহাকে অভিলম্ব বলে। মনে

কব চছ সেইরূপ অভিলম্ব। গঘ আলোকবশ্মি কিন্তু ঘ বিন্দুতে আসিয়াই বাকিতে আবদ্ধ হয় এবং অভিলম্বের দিকে হেলিয়া সবল বেখা ক্রমে নিচেব মাধ্যমে যায়। মনে কব গঘজ বেখা দ্বাবা তাহাব গতি নির্দেশ কবা হইল। তাহা হইলে গ ঘ চ কোণটি আপতন কোণ এবং ছ ঘ জ কোণটি প্রতিসরিত কোণ (Angle of refraction)। অতএব লঘুতব মাধ্যম হইতে গুরুতব মাধ্যমে আলোকবশ্মি প্রতিসবিত হইলে প্রতিসবিত বশ্মি অভিলম্বের দিকে হেলিয়া যায়। আবাব গুরুতব মাধ্যম হইতে লঘুতব মাধ্যমে প্রতিসবিত হইলে ইহা অভিলম্ব হইতে দুবে বাকিয়া যায়। যদি প্রতিসরণেব পবিবর্তে' ঘ বিন্দুতে প্রতিফলন হইত তবে বশ্মিটি ঘট রেখায় ফিবিয়া বাইত। তখন দেখিতাম $\angle চঘগ = \angle টঘচ$ । পৰীক্ষা দ্বারা জানা গিয়াছে (১) আপতিত বশ্মি

অভিলম্ব ও প্রতিসবিত বশি, এক সমতলে থাকে। (২) নির্দিষ্ট এক জোড়া মাধ্যমে আপতন কোণের এবং প্রতিসবিত কোণের সাইনের (Sine) অনুপাত নির্দিষ্ট থাকে।

ডুইং বোর্ডে কাগজ আটকাইয়া একটি চোঁকা কাচখণ্ড বাখ। তাহাব গায়ে—মনে বন আ বিন্দুতে এক পিন পোঁত। পবে ক তে একটি পিন পোঁত এবং ক এ চোঁখ বাখিয়া পিন দুইটির মাথাব সোঁজা চোঁখ বাখিয়া আব একটি পিন কাচের অপব দিকে মনে কব খ তে এমন ভাবে পুঁতিয়া দাও যেন তিনটি পিনেব মাথা এক সবলবেখায় দেখায়। তিনটি পিন যদি সমান পোঁতা হয় তবে তিনটির মাথা

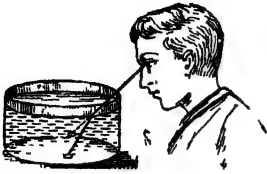


৮৯নং চিত্র—প্রতিসরণের নিয়ম

এক তলে দেগা যাইবে। ইহাতে প্রথম নিয়ম প্রমাণিত হয়। কাচখণ্ড তুলিয়া অভ লম্ব টান। ক আ আ কোণ এবং খ আ ভ কোণ মাপিয়া দেখ। দুই তিনটি অবস্থায় পিনগুলিকে বাখিয়া এইরূপ কোণ বাহিব করিলে দ্বিতীয় নিয়ম প্রমাণিত হইবে।

প্রতিসরণের ফল স্বরূপ কয়েকটি ঘটনা আমবা লক্ষ্য করিয়া থাকি। একটি বাটিতে একটি পয়সা বাগিয়া এমন দূবে দাঁড়াও যেখান হইতে বাটির ভিতরেব পয়সাটি মাত্র দেখিতে পাইবে না—বাটির বাড পয়সাটিকে আডাল করিয়া বাখিবে। এইবার বাটিতে ক্রমাগত জল ঢাল। দেখিবে পয়সাটি ক্রমে তোমাৰ দৃষ্টিব গোচরে আসিবে। ইহাব কারণ চোঁখ হইতে আন্যোক রশ্মি আসিয়া

জলতলের উপর যখন পড়িল তখন অভিলম্বের দিকে হেলিয়া যাওয়ায় যে

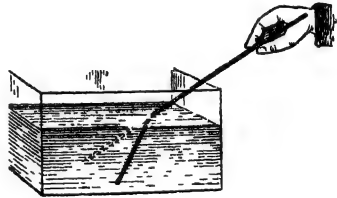


৯০নং চিত্র—প্রতিসরণের ফল

বস্মি পূর্বে পয়সাটির নাগাল পাইতে-
ছিল না এক্ষণে তাহাব নাগাল পাইল
কাজেই পয়সাটি দৃষ্টি গোচরে আসিল।
প্রতিসবিত বস্মি থাকিলেও চোখ হইতে
বস্মি প্রথম যে দিকে বহির্গত হয়
সেই দিকেই বস্ম সকল দেখিতে

পাওয়া যায় বলিয়া মনে হয় বাটির তলাব পয়সাটি কিঞ্চিৎ উপরে উঠিয়া
গিয়াছে।

এই কাবণেই চৌবাচ্চায় জল থাকিলে মনে হয় চৌবাচ্চাব তলদেশটি যেন
কিঞ্চিৎ উপরে উঠিয়া গিয়াছে, কাজেই ইহাকে কম গভীর মনে হয়। একই কাবণে
চৌবাচ্চায় বা পুকুরে কিংবা নদী,
সাগর, উপসাগরে জলের ভিতবে মাছ
দেখিতে পাইলে, তাহাবা যত গভীর
দেশে থাকে আপাত দৃষ্টিতে ঠিক
তত গভীর দেশে আছে বলিয়া মনে
হয় না। সেইজন্ত জলের ভিতবে
মাছ শড়কি ঘাবা বিদ্ধ করিতে
হইলে আন্দাজ করিবা লইতে হয়



৯১নং চিত্র—লবু হইতে গুণ মাধ্যমে আলোক

প্রকৃতপক্ষে ইহাবা কত গভীর স্থানে আছে। অল্পরূপ কাবণেই একথও পুক
কাচের তলায় বস্কিত কাগজ খণ্ডকে উপর হইতে দেখিলে মনে হয় কাগজ
অনেক উচ্চে উঠিয়া আছে। একটি কাচের পাত্রে জল লইয়া তাহাতে একটি
কাঠি ডুবাইয়া ধরিলে দেখিতে পাওয়া যায় জলের ভিতবে কাঠিটি যেন বাঁকিয়া
প্রবেশ করিয়াছে এবং নিমজ্জিত অংশটি ইহাব প্রকৃত আকাবে হইতে ক্ষুদ্রতর
মনে হইবে (৯১নং চিত্র)।

মনে কব কাঠিটির শেষ প্রান্তকে পূর্ব পবীক্ষায় কথিত কাবণে কিছু উপবে দেখা গেল। তেমনই নিমজ্জিত কাঠিটির প্রত্যেক বিন্দু সমানুপাতে উপবে দেখা গেল। কাজেই নিমজ্জিত অংশটুকু ছোট মনে হয় এবং দেখা যায় যেন ইহা জলের উপবিতল হইতে বাকিয়া জল প্রবেশ করিতেছে। ইহাব প্রত্যেক বিন্দু সমানুপাতে উঠিয়া বাওয়ায় নিমজ্জিত অংশেব জলের ভিতবে সবলতাব কোন ব্যতিক্রম হয় না।

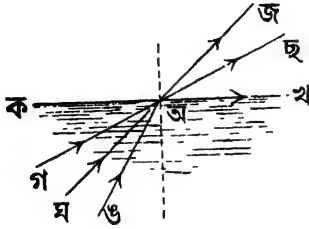
এদি নিমজ্জিত কাঠিটি দাগ কাটা একটি স্কেল হয় তাহা হইলে আমবা সহজেই ধাবণা কবিয়া লইতে পাবি যে ইহাব দাগেব মধ্যবর্তী স্থানটুকু জলের উপব হইতে দেখিলে ছোট হইয়া গিয়াছে বিন্দি মনে হইবে। কাঠিটি যত তির্যক ভাবে বাখা হইবে নিমজ্জিত অংশটুকু তত বেশী বাকিয়া গিয়াছে বলিয়া মনে হইবে।

পূবেব চিত্র কথটির প্রতি লক্ষ্য রাখিলে বেশ বুঝা যায় যে, কোন পদার্থ হইতে আলোক বশ্মি নির্গত হইয়া মাধ্যম পবিততন কবিবাব জন্য নিজের গতি পবিততন কবিলেও যখন সেই বশ্মি আমাদের চোখে আসিয়া পৌঁছায় তখন চোখ যে মাধ্যমেব মধ্যে থাকে সেই মাধ্যমে আলোক বশ্মিব গতি যে বেথায় থাকে পদার্থটিকে ঠিক সেই বেথাতেই দেখা যায়।

মনে কব (১ নং চিত্রে) পয়সাটি বাটির একটি বিন্দু। এখন ঐ বিন্দু হইতে আলোক বশ্মি নির্গত হইয়া জল তলের আব একটি বিন্দুতে (যেখানে জলতল ও বায়ু একত্র মিশিয়াছে) আসিয়া পৌঁছিল। এইবাব পূর্ব হইতে অধিকতব তির্যক গতিতে ঐ বশ্মি আসিয়া চেখে পৌঁছিল। যদি চোখ এবং দ্বিতীয় বিন্দু সংযোগকারী বেথাকে বর্ধিত কবা হয় তবে এই বেথাব উপবেই একটি বিন্দুতে পয়সাটি দেখিতে পাওয়া যাইবে। সকল ক্ষেত্রেই এই নিয়ম খাটে।

দেখা গিয়াছে গুরুতব মাধ্যম হইতে লঘুতব মাধ্যমে অ লোক বশ্মি প্রতিসবিত হইবাব কালে প্রতিসবিত বশ্মি অভিন্ন হইতে দূবে হেলিয়া পড়ে। মনে কব কখ হইটি মাধ্যমেব ছেদক বেথ (২নং চিত্র)। উপবেব মাধ্যমটি লঘুতব, নিচেব

মাধ্যমটি গুরুতর। ও অ বর্ণটি ক খ বেখাব অ বিন্দুতে আপতিত হইয়া অ জ



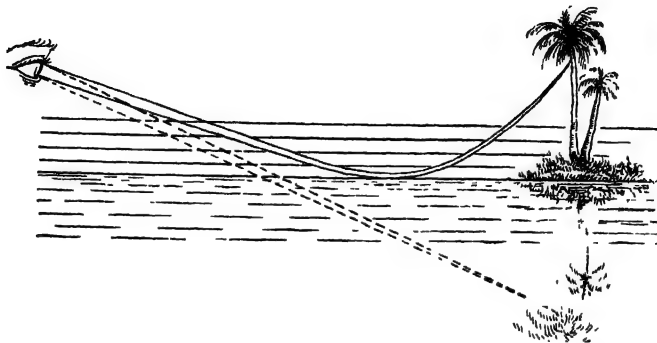
৯২নং চিত্র—পূর্ণ প্রতিফলন

বেখায় প্রতিসবিত হইয়াছে। কিন্তু যদি বর্ণটি ঘ অ বেখাব আসিয়া অ বিন্দুতে আপতিত হয় তখন অ ছ বেখায় প্রতিসবিত হয়। এখন একপ হইতে পাবে যে যখন ঐ বর্ণি গ অ বেখাব আসিয়া অ বিন্দুতে আপতিত হয় তখন প্রতিসবিত বর্ণি ক খ বেখাব

সহিত মিলিত হইয়া যায়। এইবাব যদি এই বর্ণি আব একটু হেলিয়া পড়ে অর্থাৎ আপতন কোণ যদি আব একটুমাত্র বড় হয় তখন এই বর্ণি আব প্রতিসবিত না হইয়া যে মাধ্যম হইতে প্রথমে নির্গত হইয়াছিল সেই মাধ্যমেই ফিবিয়া আসে। দুইটি মাধ্যমেব মধ্যে একটি মাধ্যমেব আলোক বর্ণি অপর মাধ্যমেব প্রাপ্ত হইতে এইরূপে পুনরাব পূর্ববর্তী মাধ্যমে ফিবিয়া আসাকে আলোকেব **পূর্ণ প্রতিফলন (Total reflection)** বলে। কোন এক মাধ্যমে আপতন কোণ যখন এমন হয়, যে অপর মাধ্যমে আলোকবর্ণি প্রতিসবিত না হইয়া দুইটি মাধ্যমেব ছেদক বেখাব সহিত মিশিয়া যায় তখন ঐ আপতন কোণকে মাধ্যম দুইটির **সঙ্কট (Critical)** কোণ বলে। কেবল মাত্র গুরু মাধ্যম হইতে লঘু মাধ্যমে বর্ণি যাইবাব সময় এই কোণ পাওয়া যাইবে।

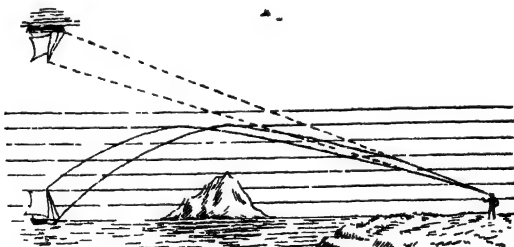
পূর্ণ প্রতিফলনের জন্ত মানুষ প্রাকৃতিক ঘটনাব দ্বাৰা সময় সময় প্রভাবিত হয়। মকভূমিতে সূর্য কিরণে ভূপৃষ্ঠেব নিকটবর্তী বায়ু উপবেব বায়ু অপেক্ষা অধিক উষ্ণ হওয়ায় লঘু হয়। মনে হয় লঘু হইতে গুরু বায়ুস্তব উপবি উপবি সজ্জিত বহিয়াছে। উপবিস্থিত কোন বস্তু হইতে আলোক বর্ণি ক্রমাগত যখন নিম্নতব বায়ু বাশিব মধ্যে আসে ততই তাহাবা কোন দুই বায়ুস্তবেব মিলন বেখায় যে অভিলম্ব কল্পনা করা হয় তাহা হইতে দূবে সবিয়া যায়। এইরূপে ক্রমাগত

আলোক বশ্মি বাকিয়া অবশেষে এমন এক বায়ুস্তবে আসিয়া পৌঁছায় যখন ঐ



১০নং চিত্র—সুগভূতিকা

আলোক বশ্মি আব নিচের দিকে না গিয়া পূর্ণ প্রতিফলিত হইয়া পুনরায় উপর দিকে উঠিতে থাকে। এখন যদি মাহুষের চোখে ঐ বশ্মি পতিত হয়



১১নং চিত্র—মরীচিকা

তখন ঐ বস্তুব একটি প্রতিবিস্ম সে অত্র দিকে দেখিতে পায়। গাছপালাময় কোন জলাশয়ের এইকপ প্রতিবিস্ম দেখিয়া মকভূমিতে মাহুষ দিকভ্রম করিয়া অত্রদিকে নীত হয়। ফলে জলাশয় না পাইয়া তৃষ্ণায় প্রাণ হারায়। হবিগণ

এইরূপে প্রভাবিত হয় বলিয়া এইরূপ মায়াকে **মৃগতৃষিকা** বা **মরীচিকা** (Mirage) বলা হয়।

সমুদ্র তীরেও এইরূপ মায়া (Illusion) দেখা যায়। সমুদ্র তীরে নিচেব বায়ু ঘন এবং উপবেব বায়ু লঘু হওয়ায় মক্ভূমিব মরীচিকাব ঠিক বিপরীত ঘটনা ঘটে। সেখানে সমুদ্রে ভাসমান জাহাজেব প্রতিবিম্ব অনেক সময় আকাশ বক্ষে দেখিতে পাওয়া যায়।

সংক্ষেপ :—মহণ তলে পতিত হইয়া আলোক পুনরায় যে দিক হইতে আসিয়াছিল সেই দিকে যিবিধা যায়—ইহাকে আলোর প্রতিফলন বলে। আপতন রশ্মি, প্রতিফলন রশ্মি ও অভিলম্ব একই তলে থাকে। আপতন কোণ ও প্রতিফলন কোণ সমান। আপতিত আলোর সমস্ত অংশই প্রতিকলিত হয় না কিছু প্রতিসবিতও হয়। কোন একটি বস্তুব কোন অংশ প্রতিফলক হইতে যত দূবে থাকে, প্রতিফলকের পিছনে ঠিক ততদূবে সেই অংশেব প্রতিমূর্তি পড়ে বলিধা প্রতিমূর্তিকে উল্টা দেখায়। এবটি মাধ্যম হইতে অল্প মাধ্যমে আলোক প্রবেশ করাব নাম প্রতি-সরণ। প্রতিসরণকালেও আপতন রশ্মি, অভিলম্ব ও প্রতিসবিত রশ্মি একই সমতলে থাকে এবং আপতন কোণ ও প্রতিসরণ কোণ এক নির্দিষ্ট অনুপাতে হ্রাস বৃদ্ধি পায়। লঘু মাধ্যম হইতে গুরু মাধ্যমে প্রবেশ করিবার কালে আলোক রশ্মি অভিলম্বের দিকে বাকিয়া যায় এবং গুরু মাধ্যম হইতে লঘু মাধ্যমে প্রবেশ করিবার কালে অভিলম্ব হইতে দূরে সবিধা যায়। লঘু মাধ্যম হইতে গুরু মাধ্যমে এইরূপ প্রবেশকালে প্রতিসবিত রশ্মি যখন অভিলম্ব হইতে এত দূবে যায় যে অভিলম্বেব সহিত এক সমকোণ হইয়া যায় তখন পূর্ণ প্রতিফলন হয়। পূর্ণ প্রতিফলনেব ভিত্ত সমুদ্র বা মক্ভূমিতে মরীচিব দৃষ্ট হয়। পূর্ণ প্রতিফলন কালে আপতন কোণেব পরিমাণকে মাধ্যম দুইটির সঙ্কট কোণ বলা হয়।

অষ্টম প্রশ্নমালা

১। প্রতিফলন এবং প্রতিসরণেব নিয়ম কয়টি প্রমাণ করিবার ভিত্ত কি পবীক্ষা কবিবে বর্ণনা কর। (Describe experiments by which you can prove the laws of Reflection and Refraction.)

২। আয়নাতে কতদূবে কি ভাবেব প্রতিবিম্ব দেখা যায় চিত্র সাহায্যে বুঝাইয়া লিখ। (Illustrate with a figure the formation of images after reflection on plain

mirrors showing the distances between the mirror and the object and between the image and the reflecting surface)

৩। পেরিস্কোপ যন্ত্র বর্ণনা কর। (Describe a Periscope.)

৪। জলে ছাউ ডুবাইলে কেন মনে হয় যেন ছড়িটি ঝিকিয়া গিয়াছে ? চৌবাচ্চায় জল থাকিলে উহাকে অগভীর মনে হয় কেন ? (Why a rod seems to be bent when immersed into water ? Why a cistern looks shallow when it is full of water ?)

৫। একটি বাটিতে পয়সা রাখিয়া কিছু দূরে দাঁড়াইলে পয়সাটি দেখা যায় না। বাটিতে জল ঢালিলে পয়সাটি দেখা যাইতে পারে। কেন ? (A coin in a cup is not visible from a certain distance but when water is poured into the cup it may be visible Why ?)

৬। পূর্ণ প্রতিফলন কাহাকে বলে ? (Explain total Reflection ?)

৭। মরীচিকা কেন দেখা যায় লিখ। চোখে এরূপ ধাঁধা লাগাইতে পারে এরূপ আর একটি প্রাকৃতিক ঘটনা বর্ণনা কর। (Explain the formation of illusion in a desert. Describe another natural optical illusion)

নবম পরিচ্ছেদ

বর্ণ ও ক্রান্তি

ছই শতাব্দিক বঙ্গব পূর্বে বৈজ্ঞানিকবর নিউটন লক্ষ্য করিয়াছিলেন
তে-পলা কাচ (Prism) এব মধ্যে সূর্যালোক প্রবেশ কবিতা যখন বাহিব হইয়া

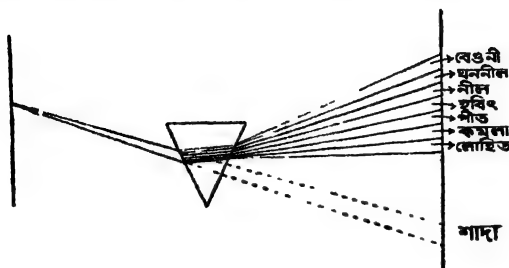


১৬৮৬ চিত্র—বৈজ্ঞানিক নিউটন

এমন বঙ দেখিয়া থাকিবে। এইরূপ বর্ণালি প্রত্যেক বর্ণের ঔজ্জ্বল্য বা আঘতন

আসে তখন ঐ আলোক-
বর্ণি বহুবিধ বর্ণে বিভক্ত
হইয়া পড়ে এবং তাহাদেব
গতিপথ পূর্বগতিপথ হইতে
বাকিয়া যায়। বর্ণ কয়টির
মধ্যে সাতটি প্রধান—বেগুনে
(Violet), ঘোব নীল
(Indigo), নীল (Blue)
সবুজ (Green), হলুদে
(Yellow), কমলালেবু বঙ
(Orange) ও লাল (Red)।
এই সাতটি বঙের সমন্বয়ে
বর্ণালি (Spectrum) বলা
হয়। বাড় লগ্নে যে সমস্ত
তে-পলা কাচের ঝুবি থাকে
তাহাব মধ্য দিয়া চাহিয়া
দেখিলে তোমবা অনেকে

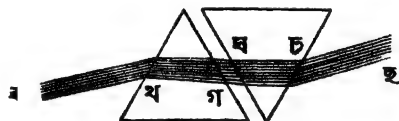
সমান নহে। বেগুনী বঙ সর্বাধিক আয়তন অধিকার করে বটে, কিন্তু হলুদে বঙ সর্বাধিক অধিক উজ্জ্বল। আবার ইহাদের প্রত্যেকটির গতিপথ পৃথক পৃথক অপেক্ষা



১৬নং চিত্র—বর্ণালি

অধিক বাকিয়া যায়। চিত্র দেখিলে বঝিতে পারিবে লাল বঙ নত বাকিয়া পড়ে, কমলালেবু বঙ তদপেক্ষা অধিক বাকিয়া পড়ে, আবার কমলা লেবু বঙ নত বাকিয়া পড়ে, হলুদে বঙ তদপেক্ষা অধিক বাকিয়া পড়ে। এইরূপে ক্রমশ সবুজ, নীল, ঘন নীল ইত্যাদি, বেগুনী বঙ সর্বাধিক অধিক বাকিয়া পড়ে।

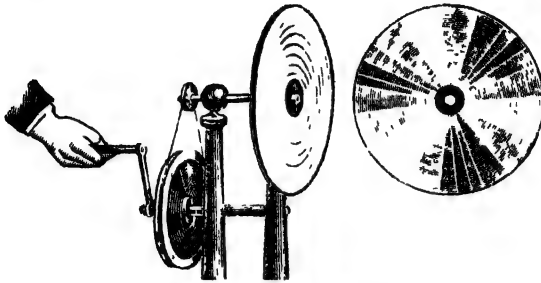
আবার যদি এই সাতটি বঙএব রশ্মি পুনরায় আবার একটি বিপরীত ভাবে অবস্থিত তেপলা কাঁচের মধ্য দিয়া গিয়া বাতিব তইয়া আসে তবে তখন ইহা পুনরায় সূর্যরশ্মির স্থায় বর্ণ-
হীন হইয়া যায়। তাহা
হইলে আমরা এইবার স্থির
করিয়া বলিতে পারি যে সূর্য-
রশ্মি প্রকৃতপক্ষে সাতটি বর্ণের



১৭নং চিত্র—বর্ণালির সংমিশ্রণ

সমষ্টি। বস্তুত সকল শাদা আলোক মাত্রই পূর্বোক্ত সাতটি বর্ণের সমষ্টি। নিউটন সাহেব এই সিদ্ধান্তটি পরীক্ষা দ্বারা প্রত্যক্ষভাবে প্রমাণ করিয়া দেখাইয়াছেন। একটি চক্রাকার পাতকে ১৮নং চিত্রেব স্থায় পূর্বোক্ত সাতটি বঙএ

বিভিন্ন অল্পপাতে বঞ্জিত কবিয়া চক্রটিকে জোবে ঘুরাইলেই চক্রটিকে শাদা রঙএব
বলিয়া মনে হইবে।



১৮নং চিত্র—নিউটনের থালি

এইবার পদার্থের বর্ণের কথা ধরা যাউক। আমরা যখন কোন সাদা বস্তুএব
পদার্থ দেখিতে পাই, তখন ধরিয়া লইতে পারি যে ইহার মধ্যে বর্ণালির সকল
প্রকার বর্ণগুলি বর্তমান আছে। কিন্তু যখন কোন একটি নির্দিষ্ট বর্ণের পদার্থ
দেখিতে পাই তখন কি সিদ্ধান্ত কবিতে পারি ?

উপর্যুক্ত প্রশ্নের উত্তর দিবার পূর্বে কয়েকটি কথা জানা আবশ্যিক। পূর্বেই
জানা গিয়াছে পদার্থের অণুগুলির স্পন্দন হইতে তাপ শক্তির উদ্ভব হয় এবং
স্পন্দনের গতিব হ্রাস বৃদ্ধির সঙ্গিত উষ্ণতাব হ্রাস বৃদ্ধি হয়। তেমনই ঈশ্বার
তবঙ্গের মধ্য দিয়া পদার্থের স্পন্দন আমাদের আলোকেব অন্তর্ভুক্তি দেখ।
পদার্থের স্পন্দন হইতে উদ্ভূত তবঙ্গে তাপ ও আলোকেব অন্তর্ভুক্তি পাই বটে
কিন্তু উভয় প্রকার তবঙ্গের পার্থক্য আছে। তবঙ্গের গতিবেগের হ্রাস বৃদ্ধির
উপর যেমন উষ্ণতাব হ্রাস বৃদ্ধি নির্ভর করে তেমনই যে তবঙ্গ হইতে আমরা
আলোক পাই তাহাব তাবতম্যের জ্ঞান আমরা বিভিন্ন বর্ণের আলোকেব
অন্তর্ভুক্তি পাই। সুর্ধকে আমরা শাদা দেখি কারণ শাদা বস্তুএর অন্তর্ভুক্তি
জাগাইবার জ্ঞান বস্তুগুলি বর্ণের তবঙ্গ যে অন্তর্ভুক্তি থাকা দবকাব সুর্ধের

আলোতে তাহাই বর্তমান বহিয়াছে। আবার যখন কোন বায়বীয় পদার্থের লাল, হলুদ বর্ণের শিখা দেখি তখন বুঝিতে হইবে ইহাতে নীল বা অল্প বর্ণের তবঙ্গের অভাব আছে।

বিভিন্ন পরীক্ষা দ্বারা নিউটন সাহেব ঠিক কবিয়াছিলেন যে স্বচ্ছ ইউক্স আব স্বচ্ছ ইউক্স কোন পদার্থের নিজস্ব বর্ণ কিছুই নাই; তবে যে তাহাদিগকে কোন এক নির্দিষ্ট বর্ণের দেখি তাহা কেবলমাত্র তাহাদের বিশিষ্ট বর্ণের তবঙ্গ শোষণের ফলে।

যখন শাদা বস্তু আলো কোন একবর্ণের স্বচ্ছ পদার্থের উপর পড়ে তখন ইহা বর্ণালির বিভিন্ন বর্ণে বিশ্লিষ্ট হইয়া যায় এবং তাহাদের কতকগুলি বর্ণ ইহা প্রতিফলিত করে এবং অবশিষ্টগুলি শোষণ কবিয়া লয়। কাজেই যে বর্ণগুলি ইহা প্রতিফলিত করে পদার্থটিকে সেই সেই বর্ণের বলিয়া মনে হয়।

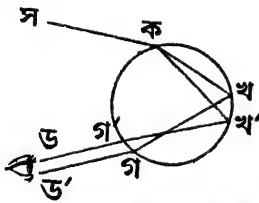
তাহা হইলে একটি লালবর্ণের ফুলকে আমরা লাল দেখি ইহা কারণ ঐ ফুল সূর্যালোকের বর্ণালির সমস্ত বর্ণ শোষণ কবিয়া মাত্র আমাদের চোখে লাল বস্তু ফিরাইয়া দেয়। অতএব যে পদার্থ বর্ণালির সমস্ত বর্ণই আমাদের চোখে ফিরাইয়া দেয় তাহাকে আমরা শাদা দেখি। আবার যে পদার্থ বর্ণালির কোন বর্ণই আমাদের চোখে ফিরাইয়া দিতে পারে না তাহাকে কাল বস্তু বলিয়া মনে করি। বস্তুত কালিমা কোন একটি নির্দিষ্ট রঙ নহে, সকল বর্ণের অভাবই কাল বস্তু।

সূর্যালোকে একটি বিশিষ্ট বর্ণের পদার্থকে যেমন দেখায় অল্প বস্তু আলোকে পদার্থটিকে ঠিক সেই বস্তু রঙের দেখায় না। শাদা সূর্যালোকে যে ফুলটিকে শাদা দেখায় লাল আলোকে সেই ফুলই লাল দেখায় এবং সবুজ আলোকে সবুজ দেখায়। আবার সূর্যালোকে যে পদার্থকে লাল দেখায় লাল আলোকে তাহা অধিকতর লাল দেখায়, কিন্তু বর্ণালির অল্প কোন আলোকে যদি ঐ লাল পদার্থটিকে ধরা হয় তবে উহাকে কাল দেখাইবে।

কাৰণ পদার্থ টি কেবলমাত্র লাল বর্ণ ই প্রতিফলিত কবিতো পাৰে বাকি সমস্ত বর্ণ শোষণ কবিতা লয়।

ৰামধনু—আকাশে আমবা যে বায়ুধনু দেখি তাহা জলকণাব মধ্য দিয়া সূৰ্যবশ্মিৰ বিশ্লেষণ ভিন্ন আৰ অল্প কিছুই নহে। বৃষ্টি হইবাব ঠিক পূৰ্বে কিংবা পৰে বায়ু-মণ্ডলে ভাসমান জলকণাগুলি অপেক্ষাকৃত বড় হয়। তখন এই জলকণাগুলি তে-পল। কাচেৰ গ্ৰায় কাৰ্য কৰে। সূৰ্যবশ্মি আসিয়া এই জলকণায় পড়িলে জলকণাব মধ্য দিয়া প্রতিসৱিত হইয়া এই জলকণাব মধ্যই পূৰ্ণ প্রতিফলিত হয় এবং শেষে ঐ প্রতিফলিত বশ্মি পুনৰায় প্রতিসৱিত হইয়া আমাদেৱ চোখে আসিবা পৌছায়। কিন্তু জলকণায় আসিয়া সূৰ্যবশ্মি বিশ্লিষ্ট হওয়াৰ আমবা বৰ্ণালি দেখিতে পাই। অনেকগুলি জলকণায় এইৰূপ বৰ্ণালিৰ একত্ৰ সমাবেশকেই আকাশে আমবা অধ বৃত্তাকাৰ বামধনুৰূপে দেখিতে পাই।

মনে কব স সূৰ্য। উহাব একটি বশ্মি স ক আসিয়া একটি জলকণাব ক বিন্দুতে পতিত হইয়া জলকণাব মধ্যই প্রতিসৱিত ও বিশ্লিষ্ট হইয়া জলকণাব



খ খ' সীমাব মধ্যে বহিল। পৰে এই খ ও খ' বিন্দু হইতে পূৰ্ণ প্রতিফলিত হইয়া ইহা যথাক্ৰমে জলকণাব গ গ' বিন্দু হইতে প্রতিসৱিত হইয়া আমাদেব চোখে ড ড' স্থানে আসিবা পড়িল। এখন সূৰ্যেৰ বশ্মি বৰ্ণালিৰ বৰ্ণ সমষ্টিতে

২০নং চিত্ৰ—ৰামধনুৰ জলকণায় সূৰ্যবশ্মিৰ বিশ্লেষণ বিশ্লিষ্ট হইয়া গিয়াছে। এইৰূপ বহু জলকণাব বৰ্ণালি আমাদেব চোখে বিশাল বামধনুৰ আকাৰে দেখা দেয়। চিত্ৰ দেখিলে স্পষ্টই বুঝা যায় সূৰ্য যে দিকে থাকে বামধনু ঠিক তাহাব বিপৰীত দিকে দেখা যায়। এইজন্য সকালে বামধনু দেখা দিলে উহাকে পশ্চিমাকাশে, এবং বিকালে দেখা দিলে পূৰ্বাকাশে দেখা যায়।

অনেক সময় একটি রামধনু ব কিছু দূরে অথবা একটি রামধনু দেখা যায়। তখন কিন্তু দুইটি রামধনু বর্ণবিজ্ঞান ক্রমে বিপরীত হইয়া যায়। একটির উপর দিকে লাল থাকিলে অত্রটির উপর দিকে বেগুণী এবং পব পব অত্রা অত্র বর্ণগুলি পর্যায়ক্রমে সাজান থাকে। রামধনু আকাশে দেখা দিলে বুঝা যায়, হয় সেই স্থানে অল্প পূর্বেই বৃষ্টি হইয়া গিয়াছে নতুবা শীঘ্রই বৃষ্টি হইবার সম্ভাবনা আছে। তাহাব কাবণ, ঐ সময় জলকণাগুলি বড় না হইলে বর্ণালি সৃষ্টি করিতে পাবে না। কিন্তু জলকণাগুলি বড় হইলে ভাবি হইয়া পড়িয়া যাইবার সম্ভাবনা থাকে।

কৃত্রিম উপায়েও রামধনু ব মত অধঃবৃত্তাকার বর্ণালি প্রস্তুত করিতে পাওয়া যায়। সূর্যের দিকে পিছন করিয়া কোন জলপাত্রেব উপর জলের কুলি করিলে যে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলকণাব সৃষ্টি হয় তদ্বারা দিয়া সূর্যবর্ণা প্রতিসরণেব ফলে জলপাত্রেব উপর রামধনু ব ত্রায বর্ণালি দেখিতে পাওয়া যায়। জলপ্রপাতেও অনুরূপ কাবণে রামধনু ব ত্রায বর্ণালি দেখিতে পাওয়া যায়।

সংক্ষেপ :—তে-পলা কাচের মধ্য দিয়া শাদা আলো যাঠলে উহার সাতটি বিভিন্ন বর্ণে বিভক্ত হইয়া যায়, বস্তুত শাদা রঙ ঐ সাতটি বর্ণের সমাবেশ মাত্র। দুইটি তে-পলা কাচ বিপরীত ভাবে বসাইয়া তাহার মধ্যে আলোক প্রবেশ করাইলে কিন্তু বিভিন্ন রঙে বিভক্ত হইবে না। যে পদার্থের রঙ শাদা, বৃষ্টিতে হইবে তাহাতে সাতটি বর্ণ নির্দিষ্ট অনুপাতে আছে। যে বস্তুর রং কাল বৃষ্টিতে হইবে তাহাতে কোন বর্ণই নাই। এতদ্ভিন্ন যাহার যে রঙ, বৃষ্টিতে হইবে সেই পদার্থ বর্ণালিব মাত্র সেই বং ত্যাগ করিয়াছে। আলোকের রং অনুসারে দৃশ্যমান পদার্থের রং বদলাইয়া যায়। সূর্যালোকে বাহা শাল দেখায়, লাল আলোকে তাহাকে লাল দেখাইবে, নীল আলোকে তাহাকে নীল দেখাইবে ইত্যাদি। বায়ুমণ্ডলে জলীয় কণা তে-পলা কাচের কাজ করে। তাই রোড পড়িলে ইহা হইতে সূর্যালোক বিচ্ছিন্ন হইয়া সূর্যের বিপরীত দিকে রামধনু ব সৃষ্টি করে।

নবম প্রদর্শনমালা

১। বর্ণালি কাহাকে বলে? একটি পদার্থ বর্ণালি দেখাইতে হইলে কিরূপে তাহা পাওয়া যায় বিবৃতভাবে লিখ। বর্ণালির বর্ণগুলি পর্যায়ক্রমে লিখ (What is a spectrum? Describe

in detail how can you produce spectrum on a screen Write down the colours of light in order of their being dispersed in a spectrum)

২। এমন দুইটি পৰীক্ষা বৰ্ণনা কৰ যাহাতে প্রত্যক্ষভাবে প্রমাণ কৰিতে পাৰা যায় শাদা বস্তু সাতটি বিভিন্ন বৰ্ণের সমাবেশ মাত্র। (Describe two experiments which can directly prove that white colour is composed of seven different colours only)

৩। বুঝাউয়া দাও 'পদার্থের নিজস্ব বৰ্ণ নাই'। কোন একটি পদার্থের বৰ্ণ কাল বা অন্ধ কোন একটি নির্দিষ্ট বৰ্ণ হয় কেন? (Prove, matters have no colour of their own Why does a certain substance take black or some other colour?)

৪। বিভিন্ন বৰ্ণের আলোকে একটি নির্দিষ্ট বৰ্ণের পদার্থ কি একই রকম দেখা যায়? বিস্তৃত ভাবে বুঝাউয়া উত্তৰ দাও। (Answer, explaining in detail—does a substance retain the same colour when lights of different colours fall on it?)

৫। ৰামধনু কিকপে উৎপন্ন হয় লিখ। (Explain the formation of a rainbow)

[কঃ বিঃ ১৯৫০]

৬। বৃষ্টি হইবার কিছু আগে কিংবা কিছু পরে ৰামধনু দেখা যায় কেন? (Why rainbow is seen just before or after a shower of rain?)

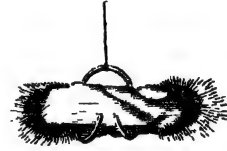
দশম পরিচ্ছেদ

চুম্বকতত্ত্ব

চুম্বক

বাজাবে অল্পদামে চুম্বক কিনিতে পাওয়া যায়, এবং তাহা যে লোহাকে টানে, তাহা বোধ হয় তোমরা জান, সেগুলি কৃত্রিম চুম্বক। ভূগর্ভে এক প্রকার প্রস্তর পাওয়া যায়, তাহাও লোহা আকর্ষণ করে। পুর্বাশীনের ইতিবৃত্তে জানা যায় যে প্রায় তিন হাজার বৎসর পূর্বেও এই পাথরের লোহা-আকর্ষণী শক্তির বিষয় চীনদেশের লোকেরা জানিত

ইহাকে স্বভাবজ চুম্বক (Natural magnet) বলে। বাসায়নিক বিশ্লেষণ দ্বারা জানা গিয়াছে যে, ইহা লোহা এবং অক্সিজেনের মিলনে গঠিত। চিত্রে দেখ, এইরূপ একটি স্বভাবজ চুম্বকখণ্ড লোহচূর্ণে

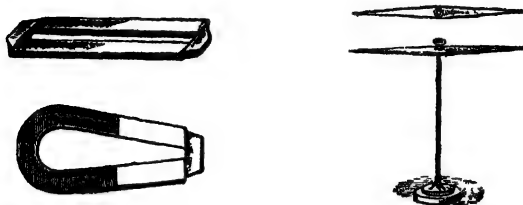


...নং চিত্র—স্বভাবজ চুম্বক

ডুবাইতে লোহা চূর্ণগুলি আকৃষ্ট হইয়া। কিন্তু ইহাৰ শায়ে লাগিয়া বহিয়াছে। আবার একটি স্বভাবজ দ্বারা এই চুম্বকখণ্ডটিকে ঝুলাইয়া দিলে ইহাৰ একপ্রান্ত সর্বদা উত্তরদিকে ও অপর প্রান্ত দক্ষিণদিকে ফিবিয়া থাকে। ইহাৰ এই গুণ জানিয়া বহুদিন হইতেই সমুদ্রে দিও নির্ণয় কবিবার জন্ত নাবিকগণ ইহা ব্যবহার করিয়া আসিতেছেন, এইজন্ত ইহাৰ আৰ একটি নাম চালক-পাথর (Lode stone)।

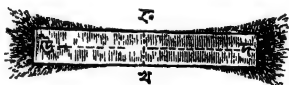
স্বভাবজ চুম্বকের লোহা আকর্ষণী শক্তি বড় অল্প, আকৃতিবও কিছু স্থিৰতা নাই। এইজন্ত ইহার পবিবর্তে কৃত্রিমচুম্বক ব্যবহৃত হয়। কৃত্রিমচুম্বক সাধারণত

তিনটি বিভিন্ন আকারে প্রস্তুত হয় ; ১০১নং চিত্রে উহা প্রদর্শিত হইল। দেখ প্রথমটির আকৃতি দণ্ডের জায় ও দ্বিতীয়টির আকৃতি অশ্বখুরের জায়। তৃতীয় প্রকারের আকৃতিবিশিষ্ট চুম্বককে কাঁটাচুম্বক বলা হয়। ইহাদের মধ্যে প্রথমটিকে



১০১নং চিত্র—কৃত্রিম চুম্বকের আকৃতি

লইয়া লোহচূর্ণে ডুবাইয়া তুলিয়া ধব। দেখ চুম্বকটির দুই প্রান্তে (১০২নং চিত্র) প্রচুর পরিমাণে লৌহচূর্ণ লাগিয়া আছে, মধ্যস্থানে একেবারে লাগে নাই এবং প্রাস্তদ্বয় হইতে মধ্যস্থল পর্যন্ত স্থানে আকৃষ্ট লৌহচূর্ণ ক্রমশঃ কমিয়া আসিয়াছে। চুম্বকটির দুই প্রান্ত যে যে স্থানে আকর্ষণী শক্তি সর্বাধিক, তাহাদিগকে চুম্বকের **মেরু** (Poles) বলে। এখন চুম্বকদণ্ডটিকে সূতা দ্বারা ঝুলাইয়া দিলে দেখিবে যে দণ্ডটি কয়েকবার এদিক ওদিক হুলিয়া স্বভাবজ চুম্বকের জায় উত্তরদক্ষিণে স্থির হইয়া দাঁড়াইবে।



১০২নং চিত্র—চুম্বকের মেরু

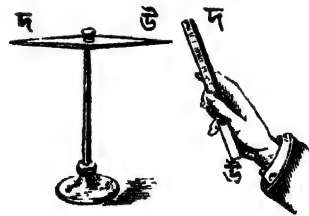
চুম্বকের যে প্রান্ত উত্তর দিকে ফিবিয়া থাকে, সেই প্রান্তের মেরুকে উত্তর-দর্শী মেরু বা সংক্ষেপে **উত্তর মেরু** এবং অপরটিকে দক্ষিণ-দর্শী মেরু বা **দক্ষিণ মেরু** বলে। একটি দণ্ডচুম্বককে মধ্যস্থলে বাঁকাইলে উহা অশ্বখুরের আকার ধারণ করে। উহা দুই মেরু পরস্পরের নিকটবর্তী হওয়ার উহা প্রাস্তদেশে লৌহাকর্ষণী শক্তি সমধিক বর্ধিত হয় ; লৌহচূর্ণে ডুবাইয়া দেখ,

কত অধিক পরিমাণে লৌহচূর্ণ আকৃষ্ট হইয়াছে। কাঁটাচুম্বকেব মধ্যস্থলে একটি ক্ষুদ্র সাদা পাথরের কীলক থাকে এবং উহা একটি সূক্ষ্মাশ্রু সূচের উপর রক্ষিত হয়। একটু নাড়াইয়া দিলে, ইহা আশে পাশে ঘুরিয়া শেষে উত্তর-দক্ষিণে স্থির হইয়া থাকে।

একটি নিকেলের ছয়ানি, রূপার আধূলি, কাঁচের বা সোনার বোতাম, এক টুকুবা কাগজ, এক টুকরা লোহা ইত্যাদি লইয়া পরীক্ষা করিলে দেখিবে যে, ইহাদের মধ্যে কেবলমাত্র লোহাব উপর চুম্বকেব আকর্ষণ বেশী, নিকেলের উপর পূর্ব বম এবং অন্যান্য বস্তুগুলির উপর মোটে নাই।

একটি কাঁচের প্লেটের উপর কিছু লৌহচূর্ণ রাখিয়া তাহাব অপর পৃষ্ঠে একটি দণ্ডচুম্বক নাড়াচাড়া করিলে দেখিবে, লৌহচূর্ণ উহাব সঙ্গে সঙ্গে প্লেটের উপর সবিতে থাকিবে। এইরূপে প্রমাণ করা যায় যে কাঁচ, কাগজ, জল, কাঁঠ প্রভৃতিব মধ্য দিয়াও চুম্বক লৌহকে আকর্ষণ করিতে পারে।

চুম্বকের ধর্ম :—একটি দণ্ড-চুম্বকে স্থায়ী বুলাইয়া তাহাব উত্তর-মেরু বা একটি কাঁটা চুম্বকেব উত্তর-মেরু খাতি দিয়া ত্রিভুজিত কন। একটি কাঁটাচুম্বক লও। উহা উত্তর দক্ষিণে স্থির হইয়া দাড়াইলে দণ্ডচুম্বকের উত্তরমেরু উহাব উত্তরমেরুব কাছে দীর্ঘ আনিতে থাক, দেখ কাঁটাব উত্তরমেরুটি ক্রমশ দূরে সরিয়া যাইতেছে। এইবার দণ্ডচুম্বকেব উত্তরমেরু কাঁটাব দক্ষিণ-মেরুব নিকট লইয়া আসিলে দেখিবে যে, কাঁটার এই প্রান্তটি আকৃষ্ট হইতেছে। এক্ষেপে চুম্বকদণ্ডের দক্ষিণ-মেরু কাঁটাব দক্ষিণমেরুকে বিকর্ষিত করিবে এবং উত্তরমেরুকে আকৃষ্ট করিবে (১০৩নং চিত্র)। অতএব জানা গেল যে, সমপ্রকৃতি বিশিষ্ট দুইটি মেরু



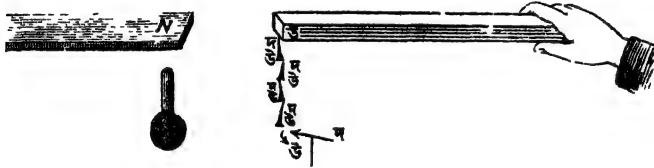
১০৩নং চিত্র—চুম্বকের মেরু

কাঁটার এই প্রান্তটি আকৃষ্ট হইতেছে। এক্ষেপে চুম্বকদণ্ডের দক্ষিণ-মেরু কাঁটাব দক্ষিণমেরুকে বিকর্ষিত করিবে এবং উত্তরমেরুকে আকৃষ্ট করিবে (১০৩নং চিত্র)। অতএব জানা গেল যে, সমপ্রকৃতি বিশিষ্ট দুইটি মেরু

পরস্পর বিকর্ষণ করে এবং ভিন্ন প্রকৃতির দুইটি মেরু পরস্পর আকর্ষণ করে।

আবার দেখ, কাঁচাচুম্বকের উত্তর মেরু হইতে দণ্ডচুম্বকের উত্তর মেরুটি দূরে ধবিলে বিকর্ষণ অতি সামান্যই হইবে; কিন্তু দণ্ডচুম্বকে কাছে আনিলেই বিকর্ষণ অধিক হইবে। অতএব দূরত্ব কমিলে চুম্বকের আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বর্ধিত হয় এবং দূরত্ব বাড়িলে উহা কমিয়া যায়।

একটি কাঁচালোহাৰ টুকুৰা লৌহচূৰ্ণেৰ উপৰ ধৰিয়া দেখ, উহা লৌহচূৰ্ণকে আকৰ্ষণ কৰিতেছে না, কিন্তু যদি ঐ কাঁচা লোহাৰ টুকুৰাৰ উপৰে একটা দণ্ড-চুম্বকেৰ এক প্রান্ত ধৰা যায়, তবে দেখিব লৌহচূৰ্ণ আকৃষ্ট হইয়া কাঁচালোহাৰ



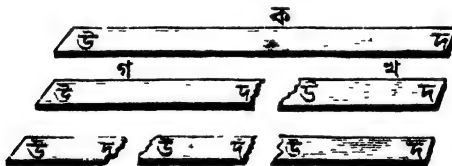
১০৪নং চিত্র—চুম্বক শক্তির আবেশ

ণায়ে লাগিতেছে (১০৪নং চিত্র)। আবার চুম্বকটি সবাইয়া লইলে সমস্ত লৌহ-চূর্ণগুলি খসিয়া পড়িবে। লৌহখণ্ডটি চুম্বকের নিকট আসিলে অথবা ইহাকে স্পর্শ করিলে স্থায়ী চুম্বকে পরিণত হয়। এই ব্যাপাবকে চুম্বকশক্তির আবেশ (Magnetic induction) বলে।

লৌহখণ্ড কোনও একটি স্থায়ী চুম্বকের দ্বারা এক্রূপে আবিষ্ট হইয়া দ্বিতীয় আব একটি লৌহখণ্ডকে আবিষ্ট করিতে পারে, দ্বিতীয়টি আবার আব একটিকে আবিষ্ট করিতে পারে। বলা বাহুল্য, এই আবেশ-শক্তি পৰ পর ক্রমশঃ কমিতে থাকে। চিত্রে দেখ, একটি চুম্বকে কতগুলি কাঁচা পোষক এইরূপে আবিষ্ট হইয়া ঝুলিতেছে।

ধব, একটি লৌহখণ্ড চুম্বকধর্ম বিশিষ্ট কিনা পরীক্ষা করিতে হইবে। ইহাব এক প্রান্ত চিহ্নিত করিয়া একটি কাঁটাচুম্বকের উভয় মেরুব কাছে পব পব ধব। যদি দেখা যায় উভয় ক্ষেত্রেই কাঁটা ইহাব প্রতি আকৃষ্ট হইতেছে, তবে উহা চুম্বক হইতেই পারে না, যদি চুম্বক হইত, তবে কাঁটার এক প্রান্তে আকর্ষণ এবং অত্র প্রান্তে বিকর্ষণ হইত। কোনও বস্তু চুম্বক কি না, বিকর্ষণ দ্বাৰাই সঠিক নির্ণীত হয়।

তোমরা বোধ হয় জান, ঘড়ির স্প্রিং পূর্ব ভাল ইম্পাতে প্রস্তুত হয়। একটি স্প্রিং হইতে তিন চাবি ইঞ্চি লম্বা একটি টুকু বা ভাস্কিমা লও এবং নিম্নবর্ণিত উপায়ে এই স্প্রিং টুকুটিকে চুম্বকে পরিণত কর। ইহাব দুই প্রান্তে দুই মেরু সৃষ্ট হইবে, কিন্তু মাঝখানে কোনও চুম্বকশক্তি থাকিবে না। এখন টুকুটিকে মাঝামাঝি ভাস্কিমে দেখা যাইবে, প্রত্যেক টুকুটাই এক একটি পৃথক চুম্বক হইয়াছে (১০৫নং চিত্র)। প্রত্যেকেবই ভগ্নপ্রান্তে তাহাব অপব প্রাপ্তস্থ মেরুব বিপরীত-ধর্ম বিশিষ্ট



১০৫নং চিত্র ভগ্ন চুম্বক

মেরুব আবির্ভাব হইয়াছে। পুনরায় এই দুইটি টুকুটিকে ভাস্কিমা ছোট ছোট টুকু কবিলে দেখা যায় যে, প্রত্যেক টুকুটাই এক একটি স্বতন্ত্র চুম্বক। তোমাদিগকে পূর্বেই বলিয়াছি, পদার্থমাত্রই বহু অণুব সমষ্টি। অতএব বলা যাইতে পারে, যে, চুম্বকের অণুমাত্রই এক একটি অতি ক্ষুদ্র চুম্বক। বস্তুত, বৈজ্ঞানিকগণ বলেন যে, লৌহমাত্রেরই অণুগুলি এক একটি চুম্বক। সাধারণ অবস্থায় এই আণবিক চুম্বকগুলি এলোমেলো ভাবে থাকে বলিয়া লৌহখণ্ডের চুম্বকশক্তির কোনও পরিচয় পাওয়া যায় না। যখন কোনও লৌহখণ্ডকে চুম্বকে পরিণত করা

হয়, তখন এই আণবিক চুম্বকগুলি নিম্নমিতভাবে সজ্জিত হয়। উত্তাপ যোগে ইহা বা আবার এলোমেলো হইয়া যায় বলিয়া লৌহদণ্ডের চুম্বকশক্তি নষ্ট হইয়া যায়।

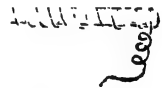
চুম্বকন (Magnetisation) :—সাধারণ লৌহফলককে চুম্বক কবিত হইলে, একটি স্থায়ী চুম্বকের প্রয়োজন। লৌহফলকটি টেবিলের উপর রাখিয়া চুম্বকের একটি মেরু, ধব উত্তর-মেরু, উক্ত ফলকের এক প্রান্তে রাখ, পরে উহাকে লৌহ-



ফলকটির উপর চাপিয়া অপব প্রান্ত পর্যন্ত ঘসিয়া যাও (১০৬ চিত্র)। তথা হইতে চুম্বক তুলিয়া লইয়া পুনরায় লৌহফলকটির গোড়া হইতে শেষ পর্যন্ত ঘসিয়া যাও। কিছুক্ষণ এইরূপ কবিবাব পব লৌহ-

ফলকটি চুম্বকে পবিণত হইবে। এক্ষণে একটি কাটাচুম্বকের সাহায্যে পরীক্ষা কবিয়া দেখ যে, লৌহফলকটির যে প্রান্ত হইতে স্থায়ী চুম্বকটির উত্তরমেরু বাবে বাবে তুলিয়া লওয়া হইতেছিল, সেই প্রান্তে দক্ষিণ-মেরু এবং অপব প্রান্তে উত্তরমেরু হইয়াছে। লৌহফলকটির এক পৃষ্ঠ এইরূপে কিছুক্ষণ ঘসা হইলে উন্টাইয়া উঠাব অপব পৃষ্ঠে ঐরূপ ভাবে চুম্বক ঘসিলে ইহাব শক্তি বর্ধিত হয়।

কাঁচালোহা চুম্বকে পবিণত হইলে উহাব চুম্বকর শীঘ্রই নষ্ট হইয়া যায়, কিন্তু ভাল ইস্পাতকে চুম্বক কবিলে উহাব চুম্বকত্ব বহুকাল স্থায়ী হয়। এইজন্য স্থায়ী চুম্বক ইস্পাতেই প্রস্তুত হয়। স্থায়ী চুম্বকের সাহায্য ব্যতীত অপব এক উপায়েও লোহা চুম্বকে পবিণত হইতে পারে। একটি লৌহদণ্ডকে বেশমজড়িত তার দিয়া চিত্রের মত জড়াও।



১০৭নং চিত্র—তড়িৎ চুম্বক

এক্ণে ঐ তারের মধ্য দিয়া তড়িৎপ্রবাহ চালিত কবিলে অত্যন্ন সময়েই লৌহদণ্ডটি শক্তিশালী চুম্বকে পবিণত হয়। তখন ইহাকে তড়িৎ

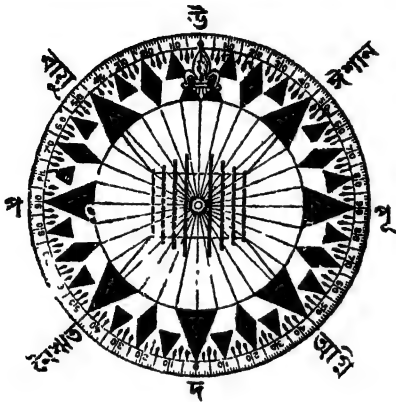
চুম্বক (Electro Magnet) বলে। লৌহদণ্ডটি কাঁচালোহা হইলে দেখিবে, যতক্ষণ তাহা তড়িৎপ্রবাহ চলিতে থাকিবে, ততক্ষণ লৌহদণ্ডেব চুম্বকত্ব পূরা থাকিবে; কিন্তু প্রবাহ বন্ধ করিলেই উহাব চুম্বকত্ব প্রায় সমস্তই চলিয়া যাইবে; দণ্ডটি ইম্পাতের হইলে তাহাকে চুম্বক কবিবাব পর তড়িৎপ্রবাহ বন্ধ করিলেও ইহার চুম্বকশক্তি অল্পই কমে। আবশ্যকমত বিদ্যুৎপ্রবাহ দ্বারা লৌহদণ্ডকে মুহূর্ত মধ্যেই চুম্বকে পবিণত কবা যায় এবং প্রযোজন না থাকিলে মুহূর্ত মধ্যে ইহার চুম্বকত্ব নষ্ট কবিতে পারা যায় বলিয়া তড়িৎ চুম্বক প্রস্তুত কবিতে ইম্পাতেন পবিবর্তে কাঁচা লোহাই ব্যবহাব করা হয়।

একটি লৌহদণ্ডকে যেমন বিভিন্ন উপায়ে চুম্বক কবা যায়, ইচ্ছা করিলে উহাব চুম্বকত্ব তেমনই নষ্টও কবা যায়। একটি চুম্বককে আগুনে তাতাইয়া লাল কব, শীতল হইলে একটি কাঁটা-চুম্বকেব সাহায্যে পবীক্ষা করিলে দেখিতে পাইবে, ইহাব চুম্বকত্ব আর নাই। চুম্বকেব উপব জ্বাবে কয়েকবাব হাতুড়ী মাবিলেও এইরূপ হইতে দেখা যায়।

ভূ-চুম্বক :—সূতায বিলম্বিত চুম্বকদণ্ড ও কাঁটাচুম্বক সর্বদা প্রায় উত্তর-দক্ষিণে স্থিব হইয়া দাঁড়ায়, ইহাব কাবণ কি? বিজ্ঞানবিদগণ বলেন যে, পৃথিবী নিজেই একটি প্রকাণ্ড চুম্বক এবং সাধাবণ চুম্বকেব ন্যায় ইহাবও দুইটি মেক আছে। ইহাদেব অবস্থান পৃথিবীয ভৌগোলিক মেকদ্বয়েব নিকটবর্তী। ভূ-চুম্বকেব উত্তর মেকুব প্রকৃতি, কাঁটা-চুম্বকেব দক্ষিণমেকুব প্রকৃতিয সমান, এইজন্ত কাঁটা-চুম্বকেব উত্তরদর্শী মেক সর্বদা উত্তরদিকে ফিবিয়া থাকে। এই ভূ-চুম্বকেব শক্তিব প্রভাবে ভূপৃষ্ঠেব উপবিস্থ লৌহদণ্ডকে সময় সময় চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হইতে দেখা যায়।

দিগ্দর্শী বা কম্পাস (Compass) :—যখন সূর্য বা নক্ষত্রেব সাহায্যে দিগ্‌নির্ণয় কবা যায় না, তখন দিগ্দর্শী (Compass) এব) সাহায্য ব্যতীত দিগ্‌নির্ণয়েব কোনও উপায় থাকে না। ১০৮নং চিত্রে একটি দিগ্দর্শী প্রদর্শিত হইয়াছে। ইহাতে একটি বৃত্তাকাব চাক্তিব কেন্দ্রে যে ছিদ্র-পথ রহিয়াছে,

তাহার মধ্য দিয়া একটি স্ক্রাগ্র শলাকা লম্বভাবে দাড়াইয়া আছে। এই শলাকাব উপর একটি কাঁটাচুম্বক আলগাভাবে বসান আছে। এই বুতাকার চাক্তিটি



১০৮নং চিত্র- দিগ্‌দর্শী

উত্তর, পশ্চিম, দক্ষিণ, পূর্ব, ঈশান, বায়ু, নৈঋত, অগ্নি প্রভৃতি দিক স্থচিত কবি-
বার জন্ত ৩২ ভাগে বিভক্ত
হইয়াছে। কাঁটাচুম্বকটি ভূ-
চুম্বকের শক্তিতে সর্বদা
উত্তর দক্ষিণে ফিবিয়া
থাকে। যে কোনও সময়
দিগ্‌নির্ণয় কবিত্তে হইলে
চাক্তিটি একপভাবে
ঘুমাষ্টয়া লইতে হয়, যে,
উত্তর উত্তরচিহ্নিত দাগটি

কাঁটাচুম্বকের উত্তর মেরু ঠিক নিচে আসিয়া দাঁড়ায়। এইকপে উত্তর দিক
নির্দিষ্ট হইলে অন্যান্য দিকও চাক্তির সাহায্যে সহজেই নিকপিত হয়।

ইহাপেক্ষা উন্নততর দিগ্‌দর্শীতে একটি কাঁটাচুম্বকের পবিতরে কয়েকটি স্ক্রাগ্র
ও পাতলা দণ্ডচুম্বক সমান্তরালভাবে প্রথিত হইয়া গোল চাক্তিটির নিম্ন গুঠে
১০৮নং চিত্রে প্রদর্শিত ভাবে নিবদ্ধ থাকে এবং সমস্ত চাক্তিটি একটি শলাকাব
স্ক্রাগ্রে এমনভাবে স্থাপিত হয়, যে ইহা সহজেই এদিক ঐদিক ঘূরিতে পারে।

চুইটি গোলাকাব বেডেব (Ring এবং) সাহায্যে কম্পাস্‌যন্ত্রটি
এইকপ ভাবে ঝোলান হয়, যাহাতে জাহাজের প্রবল আন্দোলনেও ইহা স্থির
থাকে; এইজন্য ইহা ব্যবহার কবিত্তে কোন অসুবিধা হয় না। সাধাবণ
কম্পাস্‌ হইতে, নৌ-দিগ্‌দর্শী (Mariners' compass) এই হিসাবে একটু
বিভিন্ন।

সংক্ষেপ :—৩০০০ হাজার বৎসর পূর্বে চীনদেশে ভূগর্ভ হইতে স্বভাবজ চুম্বকের সন্ধান পাওয়া গিয়াছিল। দণ্ড, অশ্বশুরাকৃতি ও কাটচুম্বক প্রভৃতি বিভিন্ন আকারের চুম্বক হয়। চুম্বকের দুইটি মেরু। এক রকমের মেরু নিকটবর্তী হইলে বিকর্ষণ এবং ভিন্ন প্রকারের মেরু নিকটবর্তী হইলে আকর্ষণ হয়। চুম্বক ভাঙ্গিলে প্রতি খণ্ডই এক একটি পূর্ণ চুম্বকের স্থায় ব্যবহার কবে। কৃত্রিম উপায়ে লৌহখণ্ডকে চুম্বকে পরিণত করা যায়। লৌহ দণ্ডে বৈদ্যুতিক তার জড়াইয়া তাহাতে বৈদ্যুতিক প্রবাহ চালাইলে তড়িৎ চুম্বক হয়—ইহাদের শক্তি ইচ্ছামত অত্যধিক পরিমাণে বর্ধিত করা যায়। পৃথিবীও একটি বড় চুম্বকের স্থায় ব্যবহার করে। পৃথিবীর এই ধর্মের উপর নির্ভর করিয়া দিগ্‌দর্শী যন্ত্র প্রস্তুত হইয়াছে।

দশম প্রশ্নমালা

১। স্বভাবজ চুম্বক কাহাকে বলে? ইহার কি কি গুণ দৃষ্ট হয়? (What is a natural magnet? What are its properties?)

২। কৃত্রিম চুম্বক কোন্ কোন্ আকারের প্রস্তুত হয়? বিভিন্ন আকারের চুম্বক কি কি কাজে ব্যবহৃত হয়? (How many different shapes of artificial magnets are there? State the different uses of different shapes.)

৩। একটি লৌহদণ্ড চুম্বকধর্ম-বিশিষ্ট কি না কিছুপে পরীক্ষা করিবে? চুম্বক হইলে উহার মেরুদ্বয়ের প্রকৃতি নির্ণয় কর। (How would you test that an iron rod has acquired magnetic properties or not? If it is a magnet find out its poles)

৪। কি কি উপায়ে একটি লৌহদণ্ডকে চুম্বকে পরিণত করা যায়, তাহা চিত্র সমেত দেখাও। স্বায়া চুম্বকেব চুম্বক শক্তি নষ্ট করা যায় কিরূপে? (Illustrate with the help of a diagram in how many ways can an iron-rod be magnetised. How can a permanent magnet be demagnetised?)

৫। তড়িৎ-চুম্বক কাহাকে বলে? ইহাতে উদ্ভাতের পরিবর্তে কাচালোহ ব্যবহার করায় কি সুবিধা? (What is an electromagnet? If a soft iron rod is used instead of a steel rod for this purpose, what will be the advantage?)

৬। চুম্বক-শক্তির আবেশ কি প্রকারে প্রমাণ করিবে? (How can you prove magnetic induction?)

৭। পৃথিবী একটি চুম্বক প্রমাণ কর। (The earth is a magnet Explain this.)
(কঃ বিঃ ১৯৪১)

৮। জলে ভাসমান একটি বড় ছিপির উপর একটি চুম্বকও রাখিলে তু-চুম্বকের আকর্ষণে উহা ছুটিয়া যায় না কেন? (Why does not a magnet floating on a cork run by the attraction of the earth?)

৯। দিগ্দর্শী কাহাকে বলে? সাধারণ কম্পাস ও নৌ-দিগ্দর্শীতে পার্থক্য কি?
(What is a compass? distinguish between an ordinary compass and a mariners' compass)

১০। মেঘঘর পৃথক করিবার উদ্দেশ্যে একটি স্থায়ী চুম্বককে মাঝামাঝি ভাঙ্গা হইল। এই পরীক্ষার ফল কি ও উহাতে কি শিক্ষালাভ হয়? (To separate the poles of a permanent magnet it is broken into two pieces What will be the consequence and what do you learn by this?)

একাদশ পরিচ্ছেদ

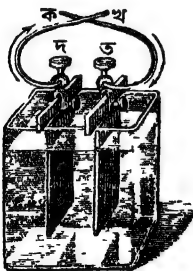
তড়িৎ

তড়িতেৰ কাৰ্য সম্বন্ধে তোমাদেৰ সকলেৰ অল্পবিস্তৰ জ্ঞান আছে। মেঘাচ্ছন্ন আকাশে সময় সময় বিদ্যুৎ চম্কাইতে দেখিছাছ। সেই বিদ্যুতেৰ আলোকে চক্ষু ঝলসিবা বায়, বজ্জৰূপে পৃথিবীতে আসিবাৰ সময় উহাৰ কড কড শব্দে বৃক্ষ কাঁপিয়া উঠে, পৃথিবীতে পড়িবা উহা কত প্ৰাণীৰ জীৱন নাশেৰ কাৰণ হয়। অনেকদিন হইতে বৈজ্ঞানিকগণ এই তড়িতেৰ স্বৰূপ বুজিবাব জন্ত চেষ্টা কৰিতে-ছেন। সেই চেষ্টাৰ ফলে মানুহৰ আজ ইহাকে আজ্ঞাবহ ভূতাব মত খাটাইয়া কত কাজ কৰাইয়া লইতেছে। ইহাৰ সাহায্যে সুদূৰ পল্লীৰ ঘৰে ঘৰে “টেলিগ্ৰাফ” বাবহৃত হইতেছে, সহবেৰ ঘৰ বাডী, পথ বাট আলোকিত হইতেছে, গ্ৰীষ্মে পাখা ঘূৰিয়া বাতাস দিতেছে, শীতে ঘৰ গৰম বাখিতেছে, টেলিফোনে কথাবাতৰী চলিতেছে; টেলিগ্ৰামে দূবেৰ সংবাদ আসিতেছে, ট্ৰাম চলিতেছে, কাচা কাপড ইঞ্জি হইতেছে, এমন কি চায়েৰ জলটুকুও গৰম হইতেছে। তড়িৎপ্ৰবাহ দ্বাৰা কত কাৰ্য কৰা যায়, তাহা শুনিলে। এখন ইহা কিৰূপে উৎপন্ন হয় দেখা যাউক।

তড়িৎ-সেল (Electric Cell)—তড়িৎ-সেল হইতে তড়িৎ-প্ৰবাহ সহজেই উৎপন্ন কৰিতে পাবা যায়। তড়িৎ-সেল প্ৰস্তুত কৰিতে হইলে জলমিশ্ৰিত সাল্-ফিউৰিক্ অ্যাসিডেৰ প্ৰয়োজন। একটি ছোট কাচেৰ গ্লাসে খানিকটা সাল্-ফিউৰিক্ অ্যাসিড লও, আৰু একটি বড় কাচেৰ গ্লাসে ইহাৰ ৮ গুণ পৰিমাণ জল লও। পৰে ঐ অ্যাসিড জলেৰ গ্লাসে আন্তে আন্তে ঢালিবা একটি কাচদণ্ডেৰ দ্বাৰা নাড়িতে থাক। সাবধান, যেন অ্যাসিডেৰ উপৰ জল ঢালিও না; তাহা হইলে

পাত্রটি গবীম হইয়া ফাটিয়া যাইতে পারে। চালিবাব সময় দেখিও যেন অ্যাসিড কোন ষ্ঠিতে কাপড়-চোপড়ে না লাগে, কাবণ অ্যাসিড লাগিলেই কাপড় পুড়িয়া যায়। এই যে জল মিশ্রিত অ্যাসিড প্রস্তুত হইল, ইহাকে একটি বোতলে বাথিয়া দাও; প্রয়োজন মত চালিয়া লইবে।

একটি কাচ বা চীনা মাটির পাত্রে ঐ জলমিশ্রিত সালফিউরিক অ্যাসিডের খানিকটা লও এবং পাত্রেব একধাৰে একখানি তামাব ও অপবধাৰে একখানি দস্তাব পাত একপ ভাবে ডুবাইবা ধব, যেন উহাদেব কিয়দংশ অ্যাসিডেব উপব জাগিয়া থাকে এবং পাত দুইটি যেন পবস্পৰ লাগিয়া না থাকিতে পার পাত দুইটিব উপবে একটি করিয়া তামাব তাব লাগাইবা দাও (১০৯ চিত্র)। পাত্রস্থ অ্যাসিডেব সহিত দস্তাব বাসায়নিক ক্রিয়াব ফলে দস্তাব গাযে বৃদ্ধুদ উঠিবে। এইবাৰ যদি তাব দুইটিব অপবপ্রান্ত একত্ৰ কবা হয়, তাহা হইলে এই বৃদ্ধুদগুলি দস্তাব পাত্বেব উপব জমিতে থাকিবে এবং তাৰেব মধ্য দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ চলিতে থাকিবে। অল্পক্ষণ পরেই দেখিবে যে তড়িৎ-প্রবাহেব ফলে তামাব তাব গবম হইবা উঠিয়াছে, এই অবস্থায় তাবটি লোহচূর্ণেব মধ্যে ডুবাষ্টবা উঠাইলে দেখিবে ইহাতে লোহচূর্ণ লাগিয়া বহিয়াছে। তার দুইটি পৃথক্



১০৯ চিত্র—সাধারণ তড়িৎ সেল

(Negative pole) বলে। মনে রাখিও যে, তড়িৎ সৰ্বদা পজিটিভ মেব কইতে নেগেটিভ মেবর দিকে প্রবাহিত হয়।

কবিলে তড়িৎ-প্রবাহ বন্ধ হইবে, সঙ্গে সঙ্গে লোহচূর্ণও ঝবিয়া পড়িবে। তড়িতোৎপাদনেব এই বস্তুটিকে সাধারণ তড়িৎ সেল (Simple Electric Cell) বলে। তড়িৎ-প্রবাহ তামাব পাত দিয়া দস্তাব পাত্বে চালিত হয়। এইজন্ত তামাব পাত্বেব যে প্রান্ত অ্যাসিডের মধ্য হইতে বাহিৰে থাকে, তাহাকে পজিটিভ মেব বা +মেব (Positive pole) ও দস্তাব এইরূপ অংশকে নেগেটিভ মেব বা -মেব

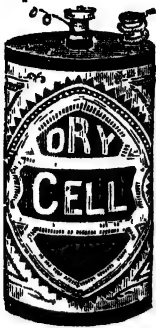
এইরূপ একটি তড়িৎ-সেলের দুইটি প্রান্ত তাব দিয়া যোগ করিয়া রাখিলে তামাব পাতের উপর বৃদ্ধ দ্রবণ অধিক জমিতে থাকিবে এবং তড়িৎ-প্রবাহ কমিয়া বিচ্ছিন্ন পবে বন্ধ হইয়া যাইবে। তখন তামার পাতের উপর একটি বৃক্ষ ব্লাইয়া বৃদ্ধগুলি দূব করিলেই পুনরায় তড়িৎ-প্রবাহ আবন্ত হইবে। তড়িৎ-সেলটিকে কার্যকরী রাখিতে হইলে এইরূপে মধ্যে মধ্যে তামাব পাতটি পরিবর্তন করিয়া লইতে হয়।

উপবোক্ত অম্লবিধা দূব করিবার জন্য নানা প্রকারের তড়িৎ-সেল উদ্ভাবিত হইয়াছে। সহজেই প্রস্তুত করিতে পাওয়া যায় এমন একটি তড়িৎ-সেলের কথা তোমাদিগকে বলিতেছি। সেই তড়িৎ-সেলের নাম **লেকল্যান্স সেল** (Lec-lanche's Cell)। ইহাতে দুইটি পাত্র ব্যবহৃত হয়। বাহিবেব কাচপাত্রটির আকার সাধারণত নিম্নের চিত্রে যেকপ দেখান হইল, ঐকপ ধরণেব হয়। এই পাত্রটিতে নিশাদলেব (Sal ammoniac) ঘনদ্রবণ ঢালা থাকে এবং একটি দস্তাব দণ্ড ঐ দ্রবণেব মধ্যে দাড কবান থাকে। দস্তাদণ্ডেব উপর প্রান্তই এই সেলেব নেগেটিভ-প্রান্ত। ভিতরেব পাত্রটি খস্খসে চীনা মাটির তৈয়ারী একটি তলাবন্ধ চোঙ ও জলেব কুঁজাব ছায় সহিত। ইহাতে 'ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড' (Manganese Dioxide) নামক এক প্রকার কাল গুঁড়া, কয়লাব গুঁড়াব সহিত মিশ্রিত করিয়া ঠাসিয়া দেওয়া হয়। এই গুঁড়াব মধ্যে একটি কাববনেব (Gas Carbon) চেপ্টা দণ্ড বসান থাকে। ঐ দণ্ডেব উপর প্রান্তই পজিটিভ প্রান্তেব কার্য কবে। তাবের দ্বাৰা দুইটি প্রান্ত সংযুক্ত হইলে তড়িৎ প্রবাহিত হইতে থাকে। তড়িৎ-প্রবাহ-কালে দস্তাব সহিত নিশাদলেব বাসায়নিক ক্রিয়ায় যে বাষ্প বাহিব হইতে থাকে, তাহা ভিতরেব পাত্রেব ছিদ্রপথে আসিয়া



১১ নং চিত্র—লেকল্যান্স সেল

কালশুঁড়ার গায়ে লাগে এবং ঐ শুঁড়া ইহাকে অল্প পদার্থে পরিণত কবে; বৈদ্যুতিক ধণ্টা বাজাইতে এই কোষ ব্যবহৃত কবাই বিশেষ সুবিধাজনক; কারণ ইহা একবার প্রস্তুত হইলে কয়েক মাস চলে। টেলিফোনের কার্যে এই সেল বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

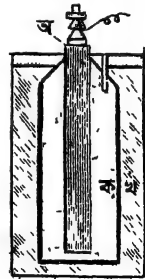


১১১নং চিত্র—ড্রাইসেল

আজকাল ‘টর্চলাইটে’ যে তড়িৎ-সেল ব্যবহৃত হয়, তাহাকে **ড্রাই সেল (Dry Cell)** বলে। (১১১ নং চিত্র)। ইহা উপবে বর্ণিত লেক্ট্রালাইট সেল ব্যতীত আর কিছুই নহে। কেবল মাত্র ইহাতে নিশাদলের দ্রবণের পরিবর্তে শুঁড়া নিশাদল বাব্ব শুঁড়ার সহিত অল্প জল দিয়া কাদাব মত কবিয়া

ভিতরের পাত্রটিতে পুবিয়া দেওয়া হয়; ইহাবই মধ্যস্থলে অক্সার দণ্ডটি প্রোথিত থাকে। বাহিরের কাচপাত্রের পরিবর্তে একটি দস্তাব চোঙ ব্যবহৃত কবা হয়। এই দস্তাব উপবাপ্রান্ত নেগেটিভ প্রান্তের কাজ কবে। সমস্ত সেলটি একটি পিসবোর্ড দিয়া মোড়া থাকে। টর্চলাইটের পাশের চাবি টিপিয়া ধরিলে সেলের তড়িৎ-প্রবাহ টর্চের আলো জ্বালায়।

ড্রাই সেলের ভিতর কোন পদার্থ কিকপে আছে তাহা বুঝাইবার জন্ত একটি চিত্র দেওয়া হইল। অ ইহাব অক্সারদণ্ড, ক ভিতরের পাত্রস্থ ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড, খ নিশাদল ইত্যাদির মিশ্রণ এবং ঘ ইহাব দস্তাব খোল।



উপবে যে তড়িৎ-সেলের বর্ণনা করা হইল, তাহা ১১২নং চিত্র—ড্রাই সেলের ভিতর

হইতে উৎপন্ন তড়িৎের শক্তি খুব অল্প। সহবে আলো জ্বালাইতে, পাখা ঘুরাইতে কিংবা ট্রামগাড়ী চালাইতে এবং কলকাবখানাতেও অধিক শক্তিসম্পন্ন তড়িৎের প্রয়োজন হয়। উক্ত তড়িৎ বৃহদাকার ডায়নামো

(Dynamo) নামক যন্ত্র দ্বারা উৎপন্ন হয়, এবং যে স্থানে ডায়নামো চলে, তাকে 'পাওয়ার হাউস' (Power House) বলা হয়। ষ্টীমার ও জাহাজে ব্যবহৃত তড়িৎ ডায়নামো হইতে উৎপন্ন হয়।

বিদ্যুৎপরিবাহী ও বিদ্যুৎদস্তুরক—জগৎস্থান হইতে তড়িৎ-প্রবাহকে স্থানান্তরে লইয়া যাইতে হইলে একটি বাহন প্রয়োজন। সাধারণত ধাতব তাবই এই উদ্দেশ্য সাধন করিয়া থাকে। ধাতু ছাড়া অল্প পদার্থও তড়িৎ-প্রবাহে বাহনের কার্য করিতে পারে। কিন্তু সকল পদার্থের মধ্য দিয়া প্রবাহ সহজে যাতায়াত করিতে পারে না। যে পদার্থগুলির মধ্য দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ সহজে যাতায়াত করিতে পারে তাহাদিগকে **তড়িৎপরিবাহী** (Conductor) এবং যাহাদের মধ্য দিয়া তড়িৎ যাতায়াত করিতে পারে না তাহাদিগকে **তড়িদস্তুরক** (Non-Conductor) বলে। ধাতু, কাঠ, কয়লা, জল, জীব-দেহ, পৃথিবী প্রভৃতি তড়িৎপরিবাহী এবং কাচ, চীনা মাটি (Porcelain) বেশম, পশম, ববাব, তৈল, আবলুসু, গন্ধক, মোম প্রভৃতি তড়িদস্তুরক, কিন্তু মার্বেল পাথর, কাগজ, তুলা প্রভৃতি কতকগুলি পদার্থ আছে যাহাদের মধ্য দিয়া তড়িৎ অল্প অল্প যাতায়াত করে।

মানবদেহ যে তড়িৎ পরিবাহী তাহা সহবেব ছেলেদের মধ্যে অনেকেই কখনও না কখনও বেশ উপলব্ধি করিয়াছে। বিজলী বাতি জ্বালিবার সময় যদি 'স্কুইচ' খাবাপ থাকে তবে মাটিতে দাঁড়াইয়া ঐ স্কুইচ টিপিতে গেলে 'শক' (Shock) লাগে। কিন্তু শুকনা কাঠ বা ববাবেব উপর দাঁড়াইয়া ঐ স্কুইচ টিপিলে উহা বা তড়িদস্তুরক বলিয়া শক লাগে না।

তড়িৎবাহন যত মোটা হয় তত সহজেই ইহা ভিতর দিয়া তড়িৎ যাতায়াত করিতে পারে; পক্ষান্তরে তড়িৎবাহন যত সরু হইবে ইহা ভিতর দিয়া তত অল্প তড়িৎ যাতায়াত করিবে।

ধাতুর মধ্যে বৌপাই সর্বাপেক্ষা স্কু-পরিবাহী; কিন্তু ইহা মূল্যবান ধাতু বলিয়া তড়িৎ পরিবাহী হিসাবে ইহা প্রচলন নাই। তামাও স্কু-পরিবাহী অথচ

ইহা সম্ভা। সেইজন্য তড়িৎ-প্রবাহের বাহনরূপে তাম্র তাব অধিক ব্যবহৃত হয়। লৌহ আবার তাম্র অপেক্ষা সম্ভা বলিয়া পৃথিবী ব্যাপিয়া টেলিগ্রাফে তাবের জন্য লৌহ তাবের ব্যবহার সর্বাপেক্ষা অধিক।

তড়িৎ-প্রবাহের ফল :—(১) তড়িৎ-সেল হইতে পরিবাহী তাব দিয়া প্রবাহ চালাইলে পরিবাহী তাবটি ক্রমেই উষ্ণ হইতে থাকে, হাত দিয়া অনুভব করা যায়। বৈদ্যুতিক ষ্টোভ, কেটলী বা ইঞ্জীতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইলে উহা ক্রমশঃ গরম হইয়া উঠে তাহা তোমরা অনেকেই জান। তাহা হইলে বিদ্যুৎপ্রবাহের ফলে তাপের সৃষ্টি হয়।

(২) পরিবাহী তাব খুব সূক্ষ্ম অথচ প্রবাহের শক্তি প্রবল হইলে অনেক সময় তাব ক্রমশঃ উত্তপ্ত হইতে হইতে এত অধিক উত্তপ্ত হয় যে তখন ইহা লাল হইয়া উঠে এবং আলোক দেয়। বৈজ্ঞানিক উপায়ে ইহাকে আবণ্ড উত্তপ্ত করিলে ঐ আলো ক্রমে সাদা হইয়া অধিকতর উজ্জ্বল হয়। অধিক উত্তপ্ত তাব

বায়ু সংস্পর্শে পুড়িয়া ছাই হইয়া যাইতে পারে বলিয়া বিজলী বাতির স্ক্রলতাটিকে একটি বায়ুশূন্য টুনিব (Bulb) মধ্যে রাখা হয়। ইহা হইতে বলা যায় বৈদ্যুতিক প্রবাহে আলোকের সৃষ্টি হয়।

বৈদ্যুতিক আলোব টুনিব ভিতর স্ক্রল তাবের মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে ইহা উত্তপ্ত হইয়া কেমন মনোহর আলো দেয় তাহা প্রায় সকলেই দেখিয়াছেন।

(৩) একটি কাচ পাত্রের জল লইয়া তাহাতে একটু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া একটি তড়িৎ সেলের দুই প্রান্তের তাব ঐ জলে ডুবাইয়া ধরিলে তাব দুইটির গা দিয়া বুদবুদ উঠিতে দেখা যায়। পূর্বে ভল্টামিটারের সাহায্যে জল বিশ্লেষণ কালে



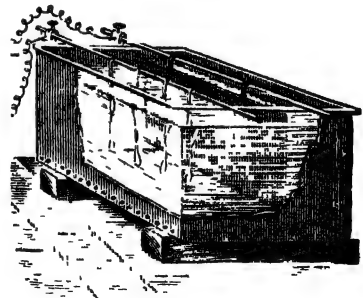
১১৩নং চিত্র—বৈদ্যুতিক আলোর টুনি

বিস্তৃতভাবে বুঝান হইয়াছে দুইটি তাবের গা দিয়া দুইটি বিভিন্ন প্রকারের গ্যাস

উঠে। অ্যাসিড মিশ্রিত জলে বিদ্যুৎ-প্রবাহের ফলে জলে বাসায়নিক ক্রিয়া হয় এবং জল বিস্ফিট হইয়া হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন নামক দুইটি বাষ্পের সৃষ্টি করে।

আবও বহুবিধ উপায়ে দেখান যায় বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে পদার্থে অনেক প্রকার রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে।

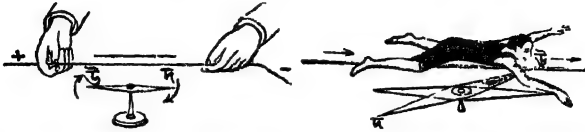
তড়িৎপ্রবাহের ফলে যে বাসায়নিক ক্রিয়া ঘটে তাহার উপর নির্ভর করিয়া লোহা, তামা প্রভৃতি ধাতুর উপর অল্প ধাতুর কলাই করা হয়। মনে কর কতকগুলি লোহার চামচের উপর বোপা কলাই করিতে হইবে। একটি কাচের বা মাটির পাত্রে সিলভার সায়ানাইডের দ্রবণ (Silver cyanide solution) রাখ। যে চামচ গুলি কলাই করিতে হইবে তাহাদিগকে ঘসিয়া পরিস্কার ও তৈলমুক্ত করিয়া ধাতব তাবের সাহায্যে পাত্রের উপর আড়াআড়ি ভাবে স্থাপিত ধাতু দণ্ডের উপর হইতে এমন ভাবে ঝুলাইয়া দাও যেন সেগুলি দ্রবণে সম্পূর্ণরূপে ডুবিয়া যায়। একটি রূপার পাত ঠিক ঐরূপ ভাবে পাত্রের উপর হইতে দ্রবণের ভিতর ডুবাইয়া দাও। রূপার পাত যে ধাতব দণ্ড হইতে লম্বিত আছে সেই দণ্ডটিকে কোন একটি ব্যাটারীকে নেগেটিভ্ প্রান্তে যোগ কর এবং অপর দণ্ডটি পজিটিভ্ প্রান্তের সহিত যোগ কর। উহাদের মধ্যে তড়িৎপ্রবাহ হইলে দেখা যাইবে চামচ গুলির উপর রূপার কলাই ধবিতেছে। সতর্ক হওয়া উচিত যেন তড়িৎপ্রবাহ খুব আস্তে আস্তে হয়।



তড়িৎ-প্রবাহ — একটি
কাঁটাচুষক আনিয়া টেবিলের
উপর রাখ। ইহা কিছুক্ষণ এদিক ওদিক ছলিবার পূর্ব উত্তর-দক্ষিণে

১১৪নং চিত্র—ধাতুর কলাই

স্থির হইয়া দাঁড়াইবে। একটি লম্বা তামাব তার লইয়া তাহাব একপ্রান্ত একটি তড়িৎ-কোষের পজিটিভ প্রান্তের সহিত সংযুক্ত কর। তাবের কিয়দংশ ছুই হাতে টানিয়া সোজা করিয়া কাঁটাচুম্বকের উপর তাহাব



১১৫নং চিত্র তড়িৎ-প্রবাহ ও কাঁটাচুম্বক

১১৬নং চিত্র—আম্পিয়ারের নিয়ম

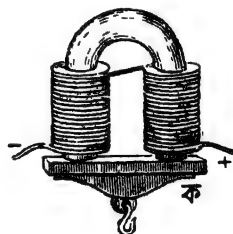
সহিত সমান্তরাল ভাবে ধব (১১৫নং চিত্র)। এই অবস্থায় তাবের অপবপ্রান্ত তড়িৎ-সেলের নেগেটিভ প্রান্তের সহিত সংযুক্ত হইলে তাব দিয়া যেমন তড়িৎ বহিতে আবস্ত করিবে, অমনই কাঁটাচুম্বক আব উত্তর-দক্ষিণে স্থির হইয়া থাকিবে না। তাব দিয়া তড়িৎ উত্তর হইতে দক্ষিণ দিকে প্রবাহিত হইলে কাঁটার উত্তরমেক পূর্বদিকে সবিয়া দাঁড়াইবে। তাবের প্রান্ত ছুইটি তড়িৎ-সেলের প্রান্ত ছুইটির সহিত অদল বদল করিয়া সংযুক্ত কর এবং তাবটিকে পূর্বের মত কাঁটাচুম্বকের উপরে ধব। এখন তড়িৎপ্রবাহ দক্ষিণ হইতে উত্তরদিকে যাইতেছে, কাঁটাচুম্বকের উত্তরমেকও বিপবীত দিকে অর্থাৎ পশ্চিম দিকে যাইতেছে দেখ। তড়িৎবাহী তাবটি কাঁটাচুম্বকের নিচে ধবিয়াও একপ ভাবে পবীক্ষা কবা যাইতে পাবে। এই পবীক্ষা দ্বাবা জানা যায় যে, তাবে **তড়িৎ-প্রবাহ চলিতে থাকিলে তাহার চতুর্পার্শ্বে চুম্বকশক্তির লক্ষণ** প্রকাশ পায়।

তড়িৎ-বাহী তাব কাঁটাচুম্বকের নিকটে আনিলে উহা কোন্ দিকে ঘূরিবে, ইহা মনে করিয়া বাখিবাব জন্য **আম্পিয়ার (Ampere)** নামক একজন বৈজ্ঞানিক একটি সহজ নিয়ম বাখিব করিয়াছেন। তাহা এই,—মনে কর যেন কোন লোক কাঁটাচুম্বকের দিকে মুখ করিয়া তড়িৎ-প্রবাহেব অল্পকূলে সঁতাব দিয়া চলিতেছে। কাঁটাচুম্বকের উত্তরমেক সর্বদা তাহাব বাম হস্তের দিকে ঘূরিয়া যাইবে।

আম্পিয়ার সাহেবের এই নিয়মের সাহায্যে, কোনও তাৰে তড়িৎ-প্ৰবাহ চলিতেছে কিনা এবং চলিলে তাহা কোন দিকে চলিতেছে, তাহাও নিৰ্ধাৰণ কৰা যায়। কাঁটাচুম্বক উত্তৰ-দক্ষিণ দিক হইতে কতটুকু ঘূৰিয়া দাঁড়াইল, তাহা দেখিয়া ছুই বা ততোধিক তাৰে তড়িৎ-প্ৰবাহশক্তিৰ তুলনাও কৰা যায়। অধিকন্তু, এই সিদ্ধান্তের উপৰ নিৰ্ভৰ কৰিয়া ‘তড়িৎ-মাপক’ যন্ত্ৰ (Galvanometer) নিৰ্মিত হইয়াছে।

তড়িৎ-চুম্বক—পূৰ্বে চুম্বকীকৰণ প্ৰসঙ্গে বলা হইয়াছে যে, একটা কাঁচা লোহাৰ দণ্ডকে বেশম জড়িত তাৰ দ্বাৰা বেষ্টিত কৰিয়া ঐ তাৰেয় মধ্য দিয়া তড়িৎ চালাইলে লৌহদণ্ডটি অস্থায়ী চুম্বকে পৰিণত হয় (১১৭নং চিত্ৰ), অৰ্থাৎ যতক্ষণ তড়িৎ চলিতে থাকে, দণ্ডটিতে চুম্বকধৰ্মও ততক্ষণ থাকে এবং তড়িৎ-প্ৰবাহ বন্ধ কৰিলে ইহাৰ চুম্বকত্ব লোপ পায়। তড়িৎ-প্ৰবাহের সাহায্যে চুম্বকীকৃত লৌহদণ্ডটিকে **তড়িৎ-চুম্বক** (Electro Magnet) বলে। এইরূপ তড়িৎ-চুম্বকে স্থায়ী চুম্বকের স্থায় দুইটি মেরু থাকে।

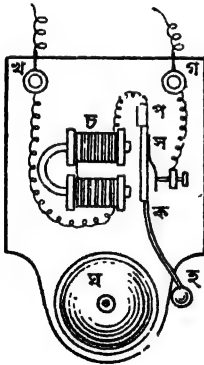
তড়িৎ-চুম্বক সাধাৰণত অস্থখুবাকৃতি হয়। তখন উঠাব দণ্ডটিতে সূতা বা বেশমজড়িত তামাব তাৰ জুৰ পাঁচচৰ মত জড়ান থাকে। তড়িৎ-দণ্ডটা টেলিগ্ৰাফ, টেলিফোন, তড়িতোৎপাদক ‘ডায়নামো’ (Dynamo) নামক যন্ত্ৰ প্ৰভৃতিতে এইরূপ তড়িৎ-চুম্বক ব্যবহৃত হয়। তড়িৎ প্ৰবাহের শক্তি বতই বাডান যাইবে এবং এই তড়িৎবাহী তাৰের পাকের সংখ্যা যতই অধিক হইবে তড়িৎ-চুম্বকের শক্তি ততই বাডিবে। বড় বড় কাৰখানায় লোহাৰ ভাবী কড়ি, বৰগা, চাদৰ প্ৰভৃতি তড়িৎ-চুম্বক সাহায্যে একস্থান হইতে স্থানান্তরে নীত হয়। যুদ্ধের সময় গোলাগুলির লোহার গুঁড়া সৈনিকদের চোখে পড়িলে বা লোহার কাৰখানায় কাঙ্ছ কৰিবার সময়



১১৭নং চিত্ৰ—তড়িৎ-চুম্বক

কাহারও চোখে লোহাব গুঁড়া পড়িয়া গেলে অত্যধিক-শক্তিসম্পন্ন তড়িৎ চুম্বকের সাহায্যে লোহাব গুঁড়া টানিয়া বাহির করা হয়।

তড়িৎঘণ্টা (Electric Bell)—আজকাল প্রায় সকল অফিসে এবং বড় বড় বাড়ীতে কাহারকেও ডাকিতে হইলে তাড়িৎঘণ্টা ব্যবহার করা হয়। ইহার গঠন কিকপ ও উগ কিল্পে চালিত হয় দেখ। ১১৮নং চিত্রে চ একটি অস্থবাকৃতি তড়িৎ-চুম্বক। ইহাব দুইধারে যে বেশমে মোড়া তাব জডান আছে, তাহাব একপ্রান্ত খ চিহ্নিত জুব সহিত সংযুক্ত এবং অল্প প্রান্তটি প চিহ্নিত জুতে লাগানো আছে। প জুব সহিত একটি কঁচালোহাব ফলক চ এব দুই মেরুব সম্মুখে অবস্থিত। এই লৌহফলকের অপব প্রান্ত একটু বাকান এবং তাহাব মুখে একটি ছোট লোহাব গুলি হ লাগানো আছে, ঘ একটি ঘণ্টা স একটি স্প্রিং, ইহা লৌহফলকের সহিত সংযুক্ত আছে। ক আব একটি জু, স্প্রিংটিকে আলগা ভাবে ছুঁইয়া আছে। ক আবাব গ চিহ্নিত জুব সহিত তাব দ্বাবা সংযুক্ত। খ ও গ জু-দ্বয় একটি চাবিব



(Bell-pushএব) ভিতর দিয়া একটি তড়িৎ সেলের দুই প্রান্তের সহিত সংযুক্ত। চাবিটি টিপিলে, তাবের মধ্য দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ আবন্ত হয়। তখন চএব কুণ্ডলীকৃত তাবের ভিতর দিয়া তড়িৎ চলিলামাত্র ইহাব ভিতরকার কঁচা লোহা চুম্বক হইয়া সম্মুখের লৌহফলককে টানিয়া লয়। ইহাব ফলে লোহাব গুলিটি ঘণ্টায় ঘা মাঝিয়া শব্দোৎপাদন করে। কিন্তু এদিকে সেই মুহূর্তে স স্প্রিং ও ক জুব সংযোগ নষ্ট হওয়ায় তড়িৎ-প্রবাহ বন্ধ

১১৮নং চিত্র—তড়িৎ ঘণ্টা

হইয়া যায়। তখন চ এব কঁচা লোহা চুম্বকশক্তি হাবাইয়া সম্মুখের লৌহফলকটিকে আব টানিয়া বাধিতে না পারিয়া, ছাড়িয়া দেয়। লৌহফলকটি স্বস্থানে ফিবিয়া মাত্র স স্প্রিংটি ক এব সহিত সংযুক্ত

হওয়া পুনৰায় তড়িৎপ্রবাহ আবদ্ধ হয়। তখন ফলকটিও পুনৰায় চ ঘাৰা আকৃষ্ট হওয়াৰ আৰ একবাৰ শব্দ হয়। এইৰূপে যতক্ষণ চাৰি টিপিয়া বাখা হয়, ততক্ষণ ক্ৰমাগত ঘণ্টাৰ শব্দ হইতে থাকে।

টেলিগ্রাফ (Telegraph):—উনবিংশ শতাব্দীৰ প্ৰথম হইতেই বৈজ্ঞানিক-গণ দুবৰ্তী স্থানে অল্প সময়ে সংবাদ প্ৰেৰণ কৰিবাব উপায় উদ্ভাবন কৰিবাব চেষ্টা কৰেন। ১৮১১ গুষ্টাৱে সন্মাৰিং (Scommering) সাহেব এক প্ৰকাৰ যন্ত্ৰ উদ্ভাবন কৰেন তাহাতে জল বিশ্লেষণ কৰিয়া সঙ্কেত পাঠাইবাব ব্যবস্থা ছিল। ১৮২০ গুষ্টাৱে যখন বৈদ্যুতিক চুম্বকেৰ প্ৰচলন ছিলনা তখন অ্যাম্পিয়াৰ সাহেব কাঁটা চুম্বকেৰ উপৰ তাৰেব সাহায্যে তড়িৎ প্ৰেৰণ কৰিয়া ঐ কাঁটাচুম্বকেৰ গতিৰ উপৰ নিভব কৰিয়া সঙ্কেত পাঠাইবাব ব্যবস্থা কৰেন। তাহাৰ পৰ ক্ৰমে গাউ (Gauss) ও ওয়েবাৰ (Webber) এব° ষ্টেইনহিল (Steinheil) ও ছুইটষ্টোন (Wheatstone) এই যন্ত্ৰেব প্ৰভুত সংস্কাৰ ও উন্নতি বিধান কৰিতে সমৰ্থ হন।

আজ পৰ্যন্ত গত বৰ্ষমেব বৈদ্যুতিক টেলিগ্রাফ যন্ত্ৰ উদ্ভাবিত হইবাছে তাহাদেব মধ্যে সকলকেই প্ৰধানত তিনিটি অংশে বিভক্ত কৰিতে পাৰা যায়। প্ৰথম বৈদ্যুতিক পথ (Circuit), ইহাতে দুইটি স্থানকে ধাতব তাৰেব সাহায্যে সংযুক্ত কৰিয়া একস্থান হইতে অপৰ স্থানে বিদ্যুৎ চালিত কৰিতে পাৰা যায়। দ্বিতীয়:—প্ৰেৰকযন্ত্ৰ (Transmitter) অৰ্থাৎ যে যন্ত্ৰেব সাহায্যে সঙ্কেত প্ৰেৰণ কৰা হয়। তৃতীয়:—গ্ৰাহক-যন্ত্ৰ (Receiver) অৰ্থাৎ যে যন্ত্ৰেব সাহায্যে সঙ্কেত গ্ৰহণ কৰা হয়।

এক একটি অংশ আৰাব বিভিন্ন প্ৰণালীতে প্ৰস্তুত হয়। বিশেষ কৰিয়া প্ৰেৰক ও গ্ৰাহক যন্ত্ৰ বহু প্ৰকাৰেব দেখা যায়। তন্মধ্যে কাঁটা চুম্বক টেলিগ্রাফ (Needle telegraph), চক্ৰ টেলিগ্রাফ (Dial telegraph) এবং মোৰ্স সাহেবেৰ আবিষ্কৃত টেলিগ্রাফ (Morse telegraph) প্ৰধান।

বৰ্তমান যুগে আমাদেব দেশে মোৰ্স সাহেবেৰ আবিষ্কৃত যন্ত্ৰই সৰ্বাপেক্ষা অধিক প্ৰচলিত। নিম্নে ঐ প্ৰকাৰ যন্ত্ৰেব কাৰ্য প্ৰণালী বৰ্ণিত হইল।

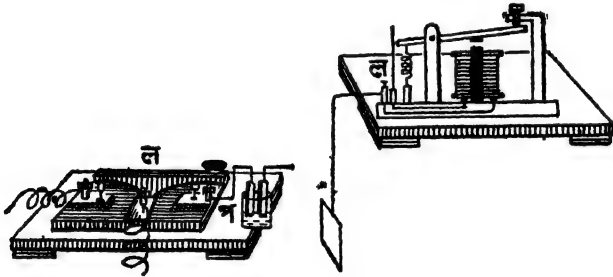
প্রথম্যাংশ—বৈদ্যুতিক প্রবাহ পথ (Circuit):—তোমরা সকলেই লক্ষ্য করিয়াছ বেল পথেব দুই ধাৰে কিছুদূৰ অন্তৰ ধাতব খুঁটি প্রোথিত থাকে এবং ঐ সকল খুঁটিব মাথায় চিনামাটিব গুল বসান থাকে এবং ঐ সকল চিনামাটিব গুলেব সহিত ধাতব তাব বাঁধিয়া ববাবব একস্থান হইতে অল্পস্থান পর্যন্ত ঐ তাব লম্বিত থাকে। চিনামাটিব গুলগুলি ব্যবহার কবিবার উদ্দেশ্য এই যে টেলিগ্রাফে সন্ধেত প্রেৰণকালে ধাতব তাবে বৈদ্যুতিক প্রবাহ প্রেৰণ কৰা হয়, যদি তাবগুলি ধাতব দণ্ডেব সহিত বাঁধা থাকে তবে ধাতব খুঁটি বাহিয়া বৈদ্যুতিক প্রবাহ মাটিব ভিতৰ চলিযা যাইতে পাবে, তাহাতে প্রবাহ নষ্ট হইযা যায়। এইজন্য বিদ্যুদন্তৰক চিনামাটিব গুল ব্যবহাৰ কৰা হয়। এইৰূপে এক স্থানেব সহিত অল্প স্থানেব যোগ হইলে ঐ দুই স্থানে ধাতব তাবেব দুই প্রান্ত মাটিব ভিতৰে অনেক দূৰ পর্যন্ত পুঁত্ৰিয়া দেওযা হয়। পৃথিবী বিদ্যুৎ পবিবাহী পদার্থ। কাজেই যদি ধাতব তাবেব মধ্যে কোথাও তড়িৎসেল সংযুক্ত কৰা হয় তবে ঐ ধাতব তাবেব মধ্য দিয়া তড়িৎপ্রবাহ হইয়া মাটিব ভিতৰ যায় এবং মাটিব ভিতৰ দিয়া উক্ত ধাতব তাবেব অল্প প্রান্তে প্রবেশ কবিয়া চক্ৰ পথে (Circuit) যাতায়াত কৰে। ইহাই হইল প্রবাহ পথেব (Line) কাৰ্য। মাটিব ভিতৰ দিয়া তড়িৎ যাতায়াত কবিলে ধাতব তাবেব খবচা বাঁচিযা যায় বলিযা একূপ কৰা হয়। যন্তাণাবে তাবেব প্রান্ত এইৰূপে ভূমি সংলগ্ন কবিত্তে অস্তবিধা হইলে ঐ দুইটি প্রান্তকে তাবেব সাহায্যে যোগ কবিয়াও দেখান যাইতে পাবে।

দ্বিতীয়াংশ—প্ৰেৰক যন্ত্ৰ (Transmitter):—এক প্রান্তে হাতল ও অপব প্রান্তে স্প্রিং যুক্ত একটি লেভাৰ (Lever) লিঙ্গ ইহা আব কিছুই নহে। লেভাৰটিব মধ্যে একটি আঁকশলি (Axle) থাকায় হাতল টিপিলে ইহা নামিযা যায় এবং ছাড়িয়া দিলে উঠিয়া যায়। এইৰূপ পর্যায় ক্ৰমে টোপা ও ছাডাব ফলে ইহাতে টক্কা ও টবে এই দুই প্রকাৰ শব্দ উৎপন্ন হয়। লেভাবেব এক প্রান্ত পথেব সহিত ও অপব প্রান্ত তড়িৎ সেলেব সহিত যুক্ত থাকে।

তৃতীয়াংশ—গ্রাহক যন্ত্ৰ (Receiver):—একটি অস্থখ্ৰবাক্তি বৈদ্যুতিক চুম্বকেব সম্মুখে একটি ধাতব লেভাৰ এমন ভাবে আটকান থাকে যে যখন এই

বৈদ্যুতিক চুম্বকেব ভিতর দিয়া তাড়িৎ প্রবাহ চলে তখন লেভাট আকৃষ্ট হইয়া প্রেবক যন্ত্রের হাতল টিপিলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় সেইরূপ শব্দ উৎপন্ন কবিত্তে পাবে। এবং যখন তাড়িৎ প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায় তখন লেভাট ছাড় পাইয়া পূর্বস্থানে আসে, ফলে ইহাতেও প্রেবক যন্ত্রের অপব প্রকাব শব্দের স্রাব শব্দ হয়।

নিম্নে টেলিগ্রাফ যন্ত্রেব ব্যবস্থা চিত্র সাহায্যে বুঝান হইল। প্রেবক যন্ত্রেব ল লেভাবেব হাতলটি টিপিলে ইহাব সহিত প জুৰ সংযোগ হয়। ফলে তডিং-সেল হইতে প্রবাহ আসিয়া আঁকশলিব সহিত সংযুক্ত জু দিয়া পথে (Line) বাতিব হইয়া যায়। এই পথেব তাবেব সঙ্গে দুবস্থ একটি গ্রাহক যন্ত্রেব ল জুৰ যোগ থাকে। এখান হইতে তডিং প্রবাহ একটি বৈদ্যুতিক চুম্বকেব মধ্য দিয়া

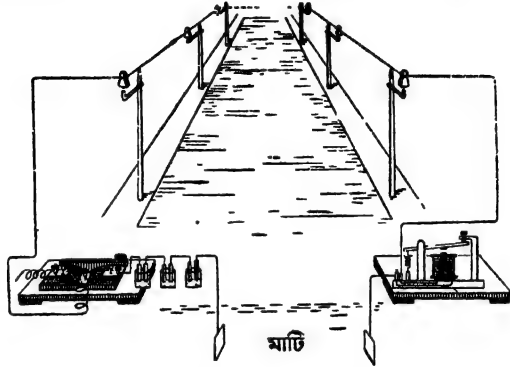


১১নং চিত্র—টেলিগ্রাফ, প্রেবক-যন্ত্র

১২নং চিত্র—টেলিগ্রাফ, গ্রাহক-যন্ত্র

যাইবাব সময় উপবেব একটি শব্দ কবিবাব লেভাবেব আবর্ষণ কবে, ফলে প্রেবক যন্ত্রেব স্রাব এখানেও শব্দ হয়। বৈদ্যুতিক চুম্বকেব অপব প্রান্ত পৃথিবীর সহিত সংযুক্ত থাকায় তডিং প্রবাহ পৃথিবীর মধ্য দিয়া পূর্বোক্ত তডিং সেলে গিয়া পৌছে। এইরূপে সমস্ত পথ সম্পূর্ণ হয়। প্রেবকেব হাতল ছাড়িয়া দিলে এই যোগ ছিন্ন হয়, পুনরায় টিপিলে আবাব পূর্বোক্ত ব্যাপাব ঘটে। এইরূপে উৎপন্ন টবে, টক্কা শব্দগুলিব সমাবেশে সমগ্র বর্ণমালাব সংকেত কবা হয়; তাহাতেই একজন হইতে অন্য স্থানে বাতী প্রেবণ কবিবার ব্যবস্থা হয়। মনে

কবা যাঁউক 'Ant' কথাটি একস্থান হইতে অত্রস্থানে প্রেরণ কবিত্তে হইবে। ইহাতে তিনটি অক্ষর A, n ও t পব পব বসান আছে। 'টবে' শব্দ এবং 'টকা' শব্দ



১২১নং চিত্র—সমগ্র টেলিগ্রাফের ব্যবস্থা

শব্দ দুইটির সমন্বয়ে A অক্ষরটি বুঝান হয়, সেক্ষেপে 'টকা' এবং 'টবে' শব্দ দুইটির সমন্বয়ে n শব্দটির সংকেত বুঝান হয় এবং কেবলমাত্র 'টকা' শব্দ দিয়া t অক্ষরটি বুঝান হয়। অতএব পব পব ঐক্সপ শব্দ কবিত্তা সমগ্র 'Ant' শব্দটি বুঝান হয়।

টবে এবং টকা শব্দগুলির সংকেত লিপিত্তা বাখিত্তে হইলে মাত্র দুইটি চিহ্ন মনে কবিত্তা বাখিলেই চলে। টবে একটি বিন্দু দিয়া এবং টকা একটি বেগাব দ্বাৰা সূচিত হয়।

যথা :— A = ' —

B = — ...

C = — ' —

D = — ' ইত্যাদি

সংক্ষেপ ১:—তড়িৎ সেল হইতে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি করা বাইতে পারে। বহু প্রকারের তড়িৎ সেল আছে। কতকগুলি পদার্থের মধ্য দিয়া তড়িৎ সহজে যাতায়াত করে, কতকগুলি

মধ্য দিয়া যায় না বলিলেই চলে। প্রথমগুলি তড়িৎ পরিবাহী অপবগুলি বিদ্যুৎদ্রব। তড়িৎ-প্রবাহের কালে তাপ, আলো সৃষ্ট হয়, পদার্থে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে। তড়িৎবাহী তারের চতুর্দিকে চুম্বক শক্তির লক্ষণ প্রকাশ পায়। আম্পিয়ার এই চুম্বক শক্তির গতি সম্বন্ধে একটি সূত্র বারিষ করিয়াছেন। তড়িৎবাহী তার লৌহদণ্ডে জড়াইয়া ইচ্ছামত শক্তিশালী বৈদ্যুতিক চুম্বক প্রস্তুত করা যায়। তড়িৎ প্রবাহের সাহায্যে তড়িৎ ঘণ্টা, টেলিগ্রাফ, টেলিফোন প্রভৃতি বহু নিত্য ব্যবহার্য প্রয়োজনীয় জব্য নির্মিত হইয়াছে।

একাদশ প্রশ্নমালা

১। তড়িৎ-সেল কাহাকে বলে? যে কোন একটি তড়িৎ-সেল বর্ণনা কর? (What is an electric cell? Describe any one of such cells)

২। একটি তারের মধ্য দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ চলিতেছে কিনা এবং চলিলে কোন্ দিকে চলিতেছে তাহা কিরূপে পরীক্ষা করিবে? (How would you test whether electric current is flowing through a wire? If it flows, from which direction?)

৩। তড়িৎ-চুম্বক কাহাকে বলে? উহা প্রধানত কোন্ কোন্ কার্যে ব্যবহৃত হয়? কি উপায়ে ইহার চুম্বক-শক্তি বৃদ্ধি করা যাইতে পারে? (What is an electro-magnet? What are its main uses? How its strength can be increased?)

৪। তড়িৎ-ঘণ্টার একটি পরিষ্কার চিত্র দিয়া উহার কায প্রণালী বুঝাও। (Describe the principle of an electric bell with the help of a clear diagram)

[কঃ বিঃ ১৯৪০]

৫। চিত্র সাহায্যে সমগ্র টেলিগ্রাফ যন্ত্রের কায প্রণালী বুঝাইয়া দাও। (Describe the whole system of a telegraph circuit by the help of a diagram)

৬। টেলিগ্রাফ পথের ধাতব তারের দুই প্রান্ত মাটিতে পুঁতিয়া দেওয়ার কি সুবিধা হয়? (What advantage do we derive by earthing the terminals of the telegraph circuit?)

রসায়ন বিজ্ঞান

প্রথম পরিচ্ছেদ

মিশ্র পদার্থ ও দ্রবণ

কিছু গোলচূর্ণ ও কিছু গন্ধকচূর্ণ একটি পাত্রে বাগিয়া ভাল কবিয়া মিশাও। দেখে এই মিশ্রিত পদার্থের বং লোহাব কাল বং ও গন্ধকের হৃদে বংএব মান্দামানি হইবাছে। একটি আতস-কাচ (Magnifying glass) দিয়া পরীক্ষা করিলে দেখিবে যে, লোহ ও গন্ধকের কণাগুলি পাশাপাশি অবস্থিত বহিয়াছে। মিশ্রিত পদার্থ লোহ এবং গন্ধক উভয়ই গুণ বর্তমান থাকে। এই মিশ্রিত পদার্থের বিষয়ং এক টুকু কাগজের উপর রাখ, একটি চুহক লইয়া তাহার মধ্য দিয়া নান কয়েক নাড়িলে সমস্ত লোহচূর্ণগুলি ইহাতে আকৃষ্ট হইয়া লাগিয়া যাইবে এবং গন্ধকচূর্ণ পড়িয়া থাকিবে। মিশ্রিত পদার্থের বিষয়ং একটি পনীক্ষা নাল (Test tube) লইয়া কাবন বাই সাপবাইড্ নামক তরলপদার্থ ঢালিয়া নাড়িলে গন্ধক ইহাতে দ্রবীভূত হইবে। পরে পবিস্রতি কাগজের ভিতর দিয়া ছাঁকিয়া লইলে লোচূর্ণ কাগজের উপর আটকাইয়া যাইবে ও গন্ধকের দ্রাবণ নিচের পাত্রে সংগৃহীত হইবে। বাতাসে কাবন বাই সাপবাইড্ উবিয়া গেলে পাত্রে গন্ধক পড়িয়া থাকিতে দেখা যায়। এই মিশ্রণের ফলে কোন নূতন পদার্থ প্রস্তুত হয় নাই। লবণ জলের সহিত মিশিয়া গেলে এইরূপ মিশ্রপদার্থের সৃষ্টি হয়। জল বা হতোধিক পদার্থের এইরূপ মিশ্রণের ফলে যে পদার্থ সৃষ্টি হয়, তাহাকে মিশ্র (Mixture) বলে। মিশ্রপদার্থের গুণ ইহাব উপাদানগুলির গুণের সমষ্টিমাত্র, ইহা কোন নূতন পদার্থ নহে এবং ইহাব উপাদানগুলিকে সহজেই পৃথক করা যায়।

একরূপ কিছু বালি ও কিছু চিনি মিশাইলে দেখা যাইবে মিশ্রিত পদার্থেব বং, চিনিব বং এবং বালিব বংএব মাঝামাঝি হইয়াছে এবং বালি ও চিনিব দানাগুলি পাশাপাশি বিচ্ছিন্ন বহিয়াছে। ইহাতে যদি পুনরায় কেবলমাত্র বালি মিশান হয় তবে দেখা যাইবে মিশ্রপদার্থেব বং ক্রমশ বালিব বংএব মত হইয়া যাইবে। একরূপ বত উচ্চা বালি ইহাতে মিশাইতে পারা যাইবে। যেমন ববিয়াই মিশ্রিত ববা হউক না কেন এখন যদি এই মিশ্র পদার্থেব খানিকটা লইয়া সূক্ষ্মভাবে পরীক্ষা করা হয় তবে দেখা যাইবে একই মিশ্রপদার্থে উপাদানগুলিব পরিমাণেব অনুপাত সবল অংশে সমান নহে।

মিশ্র পদার্থ হইতে বিভিন্ন পদার্থ ফিকপে পৃথক করা যায় দেখা যাউক। বহুবিধ মিশ্র পদার্থ হইতে বিভিন্ন পদার্থেব পৃথক কবিবার উপায়ও বহুবিধ, তাহাদেব মধ্যে কয়েকটি সহজসাধ্য উপায় নিয়ে বিবৃত হইল।

১। হাত বাড়াই- এখন কোন বড আয়তনেব পদার্থ ক্ষুদ্র আয়তনেব পদার্থেব সহিত মিশিবা যায়, কিংবা এখন কোন বিভিন্ন বংএব ছুই বা ততোধিক পদার্থ একত্র মিশ্রিত থাকে, তখন হাত বাড়াই দ্বারা সহজেই পদার্থগুলিকে পৃথক করা যাব। মনে কর চালেব সহিত চিনিব দানা মিশিবা গিয়াছে। হাত বাড়াই দ্বারা চালেব দানাগুলি সহজেই চিনিব দানা হইতে পৃথক করা যায়। কিংবা যদি চাল এবং ডাল একত্র মিশাইয়া যায় তখনও হাত বাড়াই দ্বারা ইহাদিগকে পৃথক করা যায়।

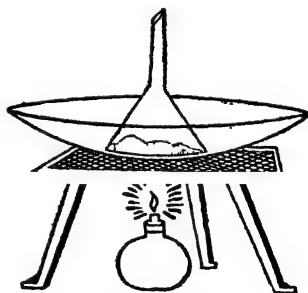
২। চালুনি দিয়া ছাঁকা—মোট দানা ও সূক্ষ্ম দানাব মিশ্রণ হইতে একটিকে পৃথক কবিবার ইচ্ছা সবাপেক্ষা সহজ উপায়। ভোমবা অনেকেই দেখিয়াছে চাল গুঁড়াইয়া সবেদা প্রস্তুত কবিবার সময় চালুনি দিয়া ছাঁকিয়া মোটা দানা গুলি কেমন কযিবা পৃথক করা হয়। চাল গুঁড়াইয়া চালুনিব উপর ঢালিয়া নাড়িলে সূক্ষ্ম দানাগুলি চালুনি গলিয়া নিচে পড়িয়া যায়; ইহাই সবেদা, এবং চালুনিব উপর বড দানাগুলি থাকিয়া যায়। তাহাদিগকে পুনরায় গুঁড়াইয়া সূক্ষ্ম করা হয়।

মিশ্র পদার্থ ও দ্রবণ

৩। চুষক সাহায্যে—কিছু গন্ধক ও লোহাচূর্ণ একত্র মিশাইয়া একটি কাচের পাত্রেব উপর ছড়াইয়া দাও। পবে একটি চুষক লইয়া আস্তে আস্তে ঐ মিশ্রিত পদার্থের উপর বুলাইতে থাক, দেখিবে চুষকের গায়ে লোহাচূব গুলি লাগিয়া বাইতেছে আব গন্ধক পড়িয়া আছে।

৭। দ্রব কবিয়া—মনে কব বালি ও চিনি এক সঙ্গে মিশিয়া গিয়াছে। মিশ্রিত দ্রব্যকে একটি পাত্রেব জলে ঢালিয়া নাড়া চাড়া কব, চিনি জলে গুলিয়া বাইবে কিন্তু বালি গুলিবে না। পবে একটি পাত্রেব উপর ফানেল বসাইয়া তাহাব উপর পবিস্কৃতি কাগজ ভাঁজিয়া ঠিক ফানেলের মত কবিয়া বসাইয়া দাও। পবে উহাতে পূবোক্ত দ্রবণ ঢালিয়া দাও। দেখিবে বালি ফানেলের উপর পবিস্কৃতি কাগজে জমিয়া থাকিবে এবং চিনিব জল নিচের পাত্রে সঞ্চিত হইবে। এখন বালি বোদে শুকাইয়া বা গবন কবিয়া অথবা শুকনা প্লটিং কাগজের সাহায্যে শুকাইয়া লইতে পাবা যায এবং চিনিব জল ফুটাইয়া ঘন কবিয়া পুনবায চিনি প্রস্তুত কবা বাইতে পাবে। তবল পদার্থে অল্প পদার্থ দ্রব কবিয়া যে দ্রবণ প্রস্তুত কবা যায তাহা হইতে পুনবায পদার্থগুলিকে পৃথক কবিবাব অনেকগুলি উপায় আছে। দ্রবণ সম্বন্ধে বলিবার সময় সেগুলি বখাযথভাবে বর্ণিত হইবে।

৫। উর্ধ্বপাতন প্রক্রিয়াব দ্বাৰা—
কিছু বালিৰ মধ্যে কিছু কপূৰ মিশাইয়া দেওয়া হইয়াছে। ইহাদিগকে পৃথক কবিতে হইলে একটি লোহাব তেপাযাব উপর লোহাব জাল দিয়া তাহাব উপর একটি বড় ঘড়িব কাচ (Watch glass) বাখ। ঐ ঘড়িব কাচের উপর বালি মিশানো কপূৰ বাখিয়া যাহাতে ঐ বালি মিশানো কপূৰ সম্পূর্ণরূপে ঢাকা পড়ে এমন



১নং চিত্র—উর্ধ্বপাতন

ভাবে একটি কাচৰ ফানেল উহাৰ উপৰ ঢাকা দাও (১নং চিত্ৰ)। পৰে নিচে একটি স্পিৰিট লম্প জালিয়া দাও। যত সময় বাইবে ততই ফানেলেৰ ভিতৰ একপ্ৰকাৰ শাদা বাষ্প উঠিয়া আৰাৰ ফানেলেৰ গায়ে গিয়া শাদা গুঁড়াব মত জমিয়া যাইবে। শাদা ধোঁয়াগুলি কৰ্পূৰেৰ বাষ্প—ফানেলেৰ অপেক্ষাকৃত শীতল গাত্ৰে লাগিয়া জমিয়া পুনৰায় কৰ্পূৰ হইয়া গিয়াছে। এইকপ কঠিন পদাৰ্থেৰ উত্তাপ পাঠিয়া তবল না হইয়া একেবাবে গ্যাসীয় আকাৰ ধারণ এবং শীতলতা পাঠিয়া গ্যাসীয় পদাৰ্থেৰ একেবাবে কঠিন আকাৰ ধারণ কৰাকে **উৰ্বৰপাতন** (Sublimation) বুলে।

জলে ডুৰিয়া যাৰ অথচ জলে দ্ৰব হয় না এমন পদাৰ্থ, যদি জলে ভাসে অথচ জলে গুলিয়া যায় না এমন পদাৰ্থেৰ সন্নিহিত মিশিয়া যাৰ তবে ঐ মিশ্ৰিত পদাৰ্থগুলিকে জলে ফেলিয়া সহজেই পৃথক কৰা যায়। যেগুলি ভালে সেগুলিকে ছাঁকিয়া লইতে হয় এবং যেগুলি ডুৰিয়া যায় তাহাদিগকে পৰিস্ফুটিত কাগজেৰ ভিতৰ দিয়া চোৰাইয়া নহীয়া পৃথক কৰা যায়। আৰও বহুবিধ উপায় মিশ্ৰ পদাৰ্থেৰ উপাদানগুলি পৃথক কৰা যা। তাহা হোমৰা পৰে জানিতে পাবিবে।

দ্রবণ

এক গ্লাস জলে কিছু বালি কিংবা খড়িগুঁড়া ফেলিয়া একটি কাঠি দিয়া ভাল কৰিয়া নাডিলে দেখিবে এই জল পোলা হইয়া গেল। জলক স্থিৰ হইতে দিয়া কিছুক্ষণ পৰে দেখ, সমস্ত গুঁড়া গ্লাসেৰ তলান থিতাইয়া পড়িয়াছে। ইহাতে বুঝা গেল, বালি বা খড়ি জলেৰ সন্নিহিত মিশে না।

একটি কাচৰ ফ্লাস্কে কিছু পৰিমাণ জল লইয়া উত্তাপে কিছু হুঁতে গুঁড়াইফা ফেলিয়া দাও এবং একটি কাচ " গুব দ্বাৰা নাডিতে থাক। দেখিবে জল ক্ৰমশঃ নীল হইয়া আসিতেছে। কিয়ৎক্ষণ পৰে এমন অবস্থা আসিবে যে সমস্ত জল এককাল নীল হইয়া যাইবে, আৰু যতই নাড না কেন, ইহাৰ বংএৰ পৰিবৰ্তন

হইবে না। কিন্তু যদি আবার কিছু তুঁতে দিয়া নাড়িতে থাক তবে দেখিবে জলের বং গাঢ় নীল হইতেছে। এইরূপ গাঢ়তাবও একটি সীমা আছে। যখন জল ও তুঁতে এইরূপ মিশিয়া যায় তখন আমবা তুঁতের দ্রবণ পাই।

এইরূপ একটি কাচের মাংসে পবিত্র জল লইয়া উহাতে কিছু চিনি ফেলিয়া দিয়া জল নাড়িতে থাক। অল্পক্ষণ পরে এই চিনি আব দেখিতে পাওয়া যাইবে না। মাংসের জল একটু মনে দিয়া দেখ, উজাব স্বাদ মিষ্ট হইয়াছে। এইরূপ এক চামচ লবণ কিঞ্চিৎ জলে ফেলিলে ওই লবণও অণু দেখা যায় না এবং জলের স্বাদ কিঞ্চিৎ লোণা হয়। অতএব বলা গেল, চিনি বা লবণ জলে গুলিয়া গিয়া অদৃশ্য হইয়াছে। কোনও জিনিষ জলে গুলিয়া গেলে আমবা বলিয়া থাকি যে, জিনিষটি জলে দ্রব হইয়াছে। এইজন্য জল, চিনি বা লবণের **দ্রাবক (Solvent)**, চিনি বা লবণ জলের **দ্রাব (Solute)** এবং এই চিনি বা লবণ মিশ্রিত জলকে চিনি বা লবণের **দ্রবণ (Solution)** বলা হয়। এইরূপ দ্রুতকিবি, সোণা, নিশাদল, ধূসার প্রভৃতি দ্রব্য জলে দ্রবণীয়।

জল দেখিতে পবিত্র হইলেই যে তাহাতে কোন দ্রব্য মিশ্রিত নাই এ কথা বলা যায় না। কারণ নলরূপ বা সারণ্য জল সাধারণত বেশ স্বচ্ছ দেখা যায়, কিন্তু ওই জল নখে দিলে বলা যায় ইহা নির্মল জলের মত স্বাদহীন নহে এবং একটি পাত্রে এই জল লইয়া কিছুক্ষণ পবিষা ফুটাইলে যখন সমস্ত জল উবিষা যায়, তখন দেখা যায় পাত্রে শুঁড়া শুঁড়া কি পড়িয়া আছে। তাহা হইলে জলে ঐ শুঁড়া দ্রব্য মিশ্রিত ছিল।

এখন একখাস জলে কিছু গালাস শুঁড়া ফেলিয়া নাড়িলে দেখিবে যে, গালাস জলে দ্রবণীয় নহে। কিন্তু জলেব পবিত্র যদি স্পিৰিট ব্যবহার করা যায়, তাহা হইলে গালাস তাহাতে গুলিয়া যায়। অতএব গালাস জলে অদ্রাব্য হইলেও স্পিৰিটে দ্রবণীয়। এইরূপ গন্ধকও জলে দ্রব হয় না, কিন্তু উহা কাৰ্বন্ বাইসাল্-ফাইড (Carbon Bisulphide) নামক তরল পদার্থে সহজেই গুলিয়া যায়। সুতরাং জানা গেল যে, কোন পদার্থ জলে দ্রবণীয় না হইলেও অন্য কোন তরল

পদার্থে দ্রব হইতে পারে। আমরা যে ডাক্তারী ঔষধ সেবন করি, তাহাও অনেকগুলিই স্পিরিটে দ্রবীভূত থাকে। শরীরের কোন স্থান কাটিয়া গেলে যে টিংচার আইওডিন (Tinc. Iodine) ব্যবহার করা হয়, তাহা স্পিরিট ও আইওডিনের দ্রবণমাত্র। হোমিওপ্যাথী ঔষধ বিস্তৃত স্পিরিট ব্যতীত প্রস্তুত হয় না। এই সকল দ্রবণের খানিকটা করিয়া, বিভিন্ন পাত্রে লইয়া পবীত্র করিলে দেখা যাইবে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাবকে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাব বিদ্যমান থাকে। নতুবা একই মিছরের দ্রবণের বিভিন্ন অংশে বিভিন্নরূপে মিশ্রিত হইত। এইরূপ যে কোন পদার্থে যদি অপেক্ষিত পদার্থ এমনভাবে মিশ্রিত করা হয় যে মিশ্রিত পদার্থের যে কোন অংশে বিভিন্ন পদার্থের অংশের অনুপাত সমান থাকে তবে ঐ মিশ্রিত পদার্থটিকে পদার্থগুলির দ্রবণ বলা হয়।

পদার্থগুলির মধ্যে একটি তরল হইলেই একটা সংমিশ্রণ সম্ভব হয় বলিয়া দ্রবণ মাত্রই তরল।

খানিকটা জল তুলি অল্প করিয়া ক্রমাগত চিনি ঢালিয়া কাটি দিয়া বেশ করিয়া নাড়িতে থাক। প্রথমে চিনি বেশ গুলিয়া যাইবে কিন্তু কিছুক্ষণ পরে দেখিবে চিনি আর দ্রবীভূত হইতেছে না। ভাল নাড়া বন্ধ করিলে গায়েব তলায় খানিকটা চিনি পড়িয়া থাকে। এই অবস্থায় এই জলকে চিনি দ্বারা **সংপূর্ণ (Saturated)** বলা হয়। জলের পরিমাণ বাড়াইয়া দিলে গায়েব তলায় যে চিনি পড়িয়া থাকে, তাহাও ক্রমাগত গুলিয়া যায়। অতএব বুঝা গেল যে, নির্দিষ্ট পরিমাণ জল একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ চিনি দ্রবীভূত অবস্থায় ধারণ করিতে পারে। অবশ্য কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ জলে সকল বস্তু সমপরিমাণে দ্রবীভূত হয় না। এক সেব জলে যত চিনি গুলিয়া যায়, লবণ তত গুলিবে না। এইজন্য আমরা বলিয়া থাকি জলে চিনির **দ্রাব্যতা (Solubility)** লবণের দ্রাব্যতা অপেক্ষা অধিক।

চিনির দ্বারা সংপূর্ণ জলের তলায় যে চিনি পড়িয়া থাকে, জলের পরিমাণ না বাড়াইয়া উহাতে উত্তাপ দিলেও সেই চিনি ক্রমাগত গুলিয়া যাইতে

থাকে। আবার এই জল ঠাণ্ডা হইলে, যে চিনি তাপ দেওয়ায় জলে দ্রব হইয়াছিল, তাহা পুনরায় পাত্রের তলায় থিতাইয়া পড়ে। অতএব, বস্তু দ্রাব্যতা উষ্ণতাব সঙ্গে সঙ্গে বৃদ্ধি হয়।

আবও দেখ, জলে সোবা বা নিশাদল দ্রবীভূত করিলে সেই জল বেশ কিছু ঠাণ্ডা হয়। সাধারণত কঠিন পদার্থ জলে দ্রবীভূত হইলে দ্রবণের উষ্ণতা কিছু কমানিয়া দেয়।

কেবল যে কঠিন পদার্থই দ্রব হয়, তাহা নহে। তবল বা বাষ্যীয় পদার্থও কঠিন পদার্থের ন্যায় দ্রবীভূত হইতে পারে। স্পিরিট ও মিস্যাবিণ জলের সহিত মিশ্রিত হয়, কিন্তু তেল একপ হয় না। তবে তেল স্পিরিটে দ্রব হয়, সেইজন্য তাতে তেল লাগিলে জল দিয়া ধুইলে তেল উঠে না, কিন্তু একটু স্পিরিট দিলেই হাত পবিকাৰ হইয়া যায়। তামবা বোধ হয় জান, নোড়া ওয়াটারেন বোতল খুলিলেই একটি গ্যাস জোনে বাতিব হইতে থাকে। এই গ্যাসটি কার্বন ডাইঅক্সাইড (Carbon Dioxide) নামক গ্যাস। বস্তুত নোড়া ওয়াটারেন সোড়া মোটেই থাকে না, কেবল এই গ্যাস দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। বৃষ্টিব জলও পড়িবার সময় বায়ুমণ্ডলস্থ কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস দ্রবীভূত করিয়া লয়।

এঙ্গণে তন্ন পদার্থের সহিত মিশ্রিত অল্প পদার্থ পৃথক করিবার উপায়গুলি দেখা যাউন :—

পূর্বে দেখা গিয়াছে বালি, খড়মাটি প্রভৃতি জলে দ্রবীভূত হয় না, কিন্তু চিনি, মিছরি, লবণ প্রভৃতি পদার্থ জলে দ্রবীভূত হয়। এক একটি তবল পদার্থে কয়েকটি পদার্থ দ্রবীভূত হয় আবার কতকগুলি দ্রবীভূত হয় না। যে সকল পদার্থ তবল পদার্থে দ্রবীভূত না হইয়া উহাতে মিশ্রিত থাকে, তাহাদিগকে সাধারণত থিতাইয়া বা **অাত্রাবণ** দ্বারা (Decanting) পৃথক করা যায়। নদীর জল বর্ষাঝালে ঘোলা হয়। কারণ বৃষ্টিব জলে মাটি ও অত্রা নানাবিধ পদার্থ ধুইয়া নদীতে আসিয়া পড়ে। ইহাদেব কিয়দংশ জলে দ্রব হইলেও অধিকাংশই ভাসমান অবস্থায় থাকে। এই ঘোলা জল কোন পাত্রে স্থি

ভাবে কয়েক ঘণ্টা বাগিয়া দিলে, ওই ময়লা পাত্রের তলদেশে কাদাব আঁবাৰে জমে ও উপরের জল অনেকটা স্বচ্ছ হয়। ব্যবহারের জন্য পবিস্কাৰ জল উপৰ হইতে আস্তে আস্তে ঢালিয়া লওয়া হয়। কিন্তু স্বচ্ছ দেখাইলেও এই জলের সমস্ত ময়লা দূৰীভূত হয় নাই।

ওই বাদাজল যদি কোন কাপড়ে ছাঁকিয়া দেয়া হয় তাহা হইলে অনেক মাটি কাপড়ের উপর আটকাইয়া যায়। গিতান জল অপেক্ষা এই জল অনেকটা পবিস্কৃত হইলেও সম্পূর্ণ পবিস্কৃত নহে। কারণ, কাপড়ের ছিদ্রপথে সমস্ত মাটি আটকাইতে পারে না। পবিস্কৃতি কাগজ (Filter-paper) দ্বারা এই



২নং—পবিস্কৃতি

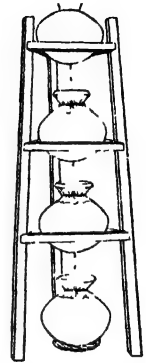
ছাঁকান কাগজ স্ফটিক কাপে সম্পূর্ণ হইতে পারে। এই পবিস্কৃতি কাগজ রটিং কাগজের মত সচ্ছিন্ন, তবে উহার ছিদ্রগুলি এত সূক্ষ্ম যে, ইহাৰ মধ্যে জল গাইলেও মাটি প্রভৃতি কণা গাইতে পারেনা। একটি ব'চের কানেল (Funnel) এর মধ্যে একখানি পবিস্কৃতি কাগজ ভাঁজিয়া ঠোঙ্গার মত করিয়া বসাইয়া দাও। কানেলের তলাব একটি পাত্র বসাইয়া একটি

বাচদাগুণ গা বাতিয়া বোলা জল পবিস্কৃতি কাগজের উপর ধীরে ধীরে ঢাল (২নং চিত্র)। দেখ কানেলের নল দিয়া যে জল চুষাইয়া পড়িতেছে, তাহা বেশ পবিস্কাৰ ও সমস্ত কাদা পবিস্কৃতি কাগজের উপর থাকিয়া গিয়াছে।

কোন তরল পদার্থকে ছাঁকিয়া উহাতে ভাসমান পদার্থগুলি হইতে উহাকে পৃথক করিয়া লওয়ার প্রক্রিয়াকে **পবিস্কৃতি** বা **পবিস্কাৰণ** (Filtration) বলে।

এক্ষণে একখানি ঘোলাজলে এক চামচ লবণ মিশাইয়া সেই জল উপবিষ্টক উপায়ে ছাঁকিয়া লও। কানেলের নিচের পাত্রের পবিস্কৃত জল মুখে দিয়া দেখ লোণা লাগিবে। লবণ জলে দ্রব হইয়া পবিস্কাৰণকালে জলের সহিত পবিস্কৃতি কাগজের ভিতর দিয়া চলিয়া আসিয়াছে। সুতরাং পবিস্কাৰণ প্রক্রিয়া দ্বারা দ্রবীভূত পদার্থকে জল হইতে পৃথক করা যায় না, কেবলমাত্র অদ্রব্য পদার্থগুলিই দূৰীভূত হয়।

বালি ও কয়লাব মধ্য দিয়া জল চুয়াইয়া গেলে জলে দ্রবীভূত সমস্ত ময়লা ওই বালি ও কয়লাতে আটকাইয়া যায়। যে স্থানে পবিত্রকৃত জলের জল পাওয়া যায় না, সেখানে এই উপায়ে জল পবিত্রকৃত করিবার জন্য ফিল্টার (Filter) ব্যবহৃত হয়। এনং চিত্রে দেখ, একটি কাঠের ফ্রেমে চারিটি কলসী উপর উপর বসান আছে। উপরের তিনটি কলসীর তলায় ছিদ্র আছে। উপরের প্রথম কলসীতে অপবিত্রকৃত জল ঢালিয়া দেওয়া হয়, দ্বিতীয় কলসীতে কিছু পবিত্রকৃত কাঠকয়লা ও তৃতীয়টিতে পবিত্রকৃত বালি থাকে। কয়লা ও বালির মধ্য দিয়া জল বাইবার সময় উহাতে ভাসমান ময়লাগুলি কয়লা ও বালিতে আটকাইয়া যায়, স্নতবাং সর্বনিম্ন কলসীতে দ্ধ জল পাওয়া যায়। ইন্দাবা ও কলণাব জল মাটির ভিতর দিয়া আগিবান সময় এইরূপ পবিত্রকৃত হয় বলিয়া সকল সময়ই স্বচ্ছ।

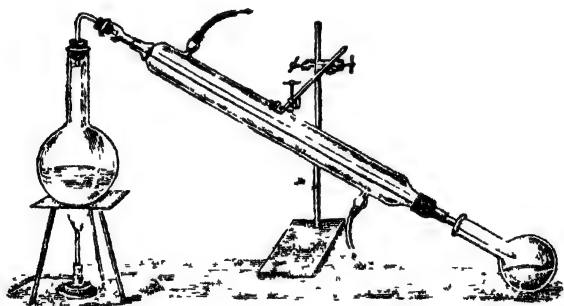


এনং চিত্র—ফিল্টার

পাতন—দেখা গিয়াছে যে, বালি, পুড়ি, মাটি প্রভৃতিব দ্বারা যে সকল পদার্থ জলে দ্রবীভূত না হইয়া গিয়া থাকে, পানিবাহন প্রক্রিয়ায় দ্বারা তাহা-দিগকে জল হইতে পৃথক করা যায়। কিন্তু চিনি, লবণ, তুঁতে প্রভৃতিব দ্বারা যে সকল পদার্থ জলে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে, তাহাদিগকে এই উপায়ে দ্রবীভূত করা যায় না। জল বুটাইলে কেবল বিশুদ্ধ জলকণাগুলিই বাষ্পীকাবে উবিয়া যায় এবং চিনি, লবণ ইত্যাদি মিশ্রিত পদার্থগুলি পড়িয়া থাকে। এই উষ্ণ জলীয় বাষ্পকে শীতল করিয়া জমাইলে আমবা বিশুদ্ধ জল পাইতে পাবি। জলের দ্বারা কোন তরল পদার্থকেও, উহাতে দ্রবীভূত পদার্থ হইতে এই উপায়ে বিশুদ্ধ করা যায়। এই শোধন-প্রণালীকে বৈজ্ঞানিক ভাষায় **পাতন** (Distillation) ও চলিত কথায় ‘চোলাই করা’ বলে। তবেই দেখিতেছ যে, পাতন প্রক্রিয়ায় প্রথমে বাষ্পীভবন ও পবে

ঘনীভবন হইয়া থাকে। সমুদ্রজল প্রাকৃতিক উপায়ে পাতিত হইয়া বৃষ্টিব জলে পরিণত হয়।

অল্প পরিমাণ জল পাতিত করিতে যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, ৪ নং চিত্রে তাহা প্রদর্শিত হইল। চিত্রটিব বাম পার্শ্বেব কাচকূপীতে (Flask) কিছু চিনিব জল ফুটান হইতেছে। জল বাষ্প হইয়া পাত্রটির মুখেব নল দিয়া অত্র একটি লম্বা কাচনলের মধ্য দিয়া ঝাঁপাব সমন শীতল ভতলা পুনর্বাষ্প জন্মিয়া জল হয়। এই জল উক্ত নলের অপর প্রান্তে বসিত আব একটি গাড়ে আঁসিয়া জমিতেছে। পাত্রস্থ জল বিস্তর ও নিম্ন। চিত্রে দেখ, এত লম্বা নলটির বাহ্যিক আবও একটি বড় নল দাঁহিয়াছে। এই দুই নলের ব্যবহারী হাল দিয়া শীতল জল



৪ নং চিত্র—পাতন

প্রবাহিত করিবার বন্দোবস্ত বহিরাছে। বড় নলটির দ্বায়ে উপবেব মুখটি দিয়া ঐ জল বাষ্প হইয়া যায়।

বাসায়নিব পরীক্ষাব জন্য, দ্রাক্ষানী ঔষধ প্রস্তুত করিতে ও মোটর গাড়ীব ব্যাটারীতে পাতিত জল (Distilled water) যথেষ্ট পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

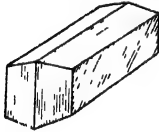
এতদ্বিন্ন একটি তরল পদার্থে একটি কঠিন পদার্থ দ্রবীভূত অবস্থায় থাকিলে তাহাকে স্ফটিকীকরণ প্রক্রিয়া দ্বারা পৃথক করা যায়।

ক্ষটিকীকরণ—এক টুকুড়া লবণ ভাঙ্গিলে তাহা অনেকগুলি দানায় বিভক্ত হয়। পবীক্ষা কবিষা দেখ, এই দানাগুলি দেখিতে ছোটবড় হইলেও ইহাদেব সকলগুলিবই আকৃতি একরূপ। একথও মিছবি ভাঙ্গিলেও যে দানাগুলি বাতিব হয়, তাহাদেবও আকৃতি পৰস্পৰ একই রূপ। কিন্তু দেখ, লবণ-দানাব আকৃতি মিছবি-দানাব আকৃতি হঠাতে সম্পূর্ণ বিভিন্ন, লবণেব দানা (৫নং চিত্র) ষট্‌তলবিশিষ্ট ঘনক

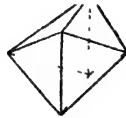


৫নং চিত্র—লবণেব দানা

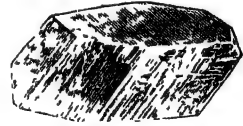
(Cube) এবং মিছবিব দানায় (৮নং চিত্র) আটটি তল দেখি ৩ পাণ্ডয়া বাব। নটুকিবিব দানা আটতলবিশিষ্ট বটে, কিন্তু ইহা দেখিতে মিছবিব দানাব মত নহে। ৮নং চিত্রে তুঁতেব দানাব আকৃতি বিকূপ হয় দেখ। এইরূপে দেখা যায়, বিভিন্ন দ্রব্যেব দানাগুলি দেখিতে একরূপ নহে এবং প্রত্যেক



৬নং চিত্র
মিছবিব দানা



৭নং চিত্র
নটুকিবিব দানা



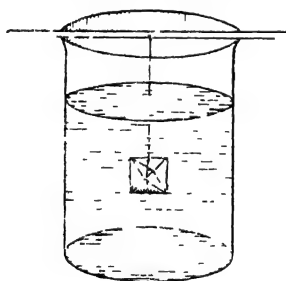
৮নং চিত্র
তুঁতেব দানা

দ্রব্যেব দানাগুলিব আকৃতিব একটা বিশেষত্ব আছে। অনেক সময়ে দানাব আকৃতি দেখিষাই উহা কোন পদার্থেব দানা বলিতে পারা যায়।

একটি পাত্রে পানিকটা জল লইয়া উহাতে তুঁতেব গুঁড়া মিশাইয়া উহাব সংপৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত কব। এই সংপৃক্ত দ্রবণেব কিয়দংশ একটি অগভীর পাত্রে ঢালিয়া পাত্রটি একধাৰে সৰাইয়া রাখ। দ্রবণেব

অবশিষ্টাংশ তাপ দিলে দেখা যায়, নীলবর্ণের তুঁতেব দানা বাহিব হইতেছে। এই দানাগুলি দেখিতে ক্ষুদ্র, কিন্তু প্রথমোক্ত পাত্রটি দিনেব পব দিন পরীক্ষা করিয়া দেখ, জল যেমন ধীরে ধীরে শুকাইয়া যাইতেছে, পাত্রেব তলায় অমনট সুন্দব সুন্দব নীলবর্ণের দানা বাহিতেছে এবং দিনে দিনে দানাগুলি পুষ্ট হইতেছে। যে কোনও দ্রবণে উত্তাপ দিয়া দ্রাবকেব পরিমাণ কমাইয়া দিলে উহাতে যে কঠিন পদার্থেব কণাগুলি পূর্বে দ্রব অবস্থায় ছিল, তাহাবা দানাব আকাবে পুনরায় দেখা দেয়। এই দানাগুলি জ্যামিতি-সম্মত বিশিষ্ট আকৃতি পায়, ইহাদিগকেই **স্ফটিক** (Crystal) বলে।

উপরে দেখা গিয়াছে, দ্রবণে তাপ প্রয়োগ করিলে যে দানাগুলি বাহিব হয়, তাহাবা আকাবে ক্ষুদ্র, কিন্তু দ্রাবক ধীরে ধীরে বাষ্পীভূত হইলে বৃহদাকাবেব দানা পাওয়া যায়। জলে মিছ্‌বিব পরিণতিত দ্রবণ প্রস্তুত করিয়া উহাব মাধ্য একটি ছোট মিছ্‌বিব দানা স্থতা দিয়া বুলাইয়া



১নং চিত্র—স্ফটিকীকরণ

বাখিলে দেখা যাব যে, জল ধীরে ধীরে উবিয়া যাইবাব সঙ্গে সঙ্গে মিছ্‌বি দানা বাধিয়া স্থতাব পাঞ্জে জমিয়া একটি বড় তাল গঠিত কবে। দোকানে তোমরা যে মিছ্‌বিব কুঁদা দেখ, তাহা এই কাপই প্রস্তুত হয়। ১নং চিত্র দেখ, এইকপে স্থতাব বুলান একটি ফটুকিবিব দানা

ক্রমশঃ কেমন বড় হইতেছে। স্ফটিক প্রস্তুত করণেব এই প্রক্রিয়াকে **স্ফটিকীকরণ** (Crystallisation) কহে।

পূর্বেই দেখিয়াছি যে, পদার্থেব দ্রাব্যতা দ্রাবকেব পরিমাণ ও উত্তাপেব উপব নির্ভব কবে। এক সেব ফুটন্ত জলে যে পরিমাণ চিনি দ্রবীভূত হয়, এক সেব

ঠাণ্ডা জলে সে পবিমাণ চিনি দ্রব হয় না। স্নাতবাং এই ফুটন্ত জল শীতল হইলেও চিনি পাত্রেব তলায় দানা বাধিয়া পড়িবে। দানাব আকৃতি স্বগঠিত ও বড় কবিত্তে হইলে, লক্ষ্য বাখিত্তে হইবে যেন দ্রবণ দ্রুত শীতল না হইয়া ধীবে ধীবে ঠাণ্ডা হয় ও কোনরূপ নাড়াচাড়া না পাষ।

ছুইটি লবণজাতীয় পদার্থ কোন তবল পদার্থে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকিলে ফটিকীকরণ-প্রক্রিয়া দ্বাৰা তাহাদিগকে পৃথক করা যাইতে পারে। কিছু তুঁতে ও ফটিকিবিচূর্ণ খানিকটা উষ্ণ জলে ফেলিয়া উহাদেব সংপৃক্ত মিশ্র-দ্রবণ প্রস্তুত কর। ঐ মিশ্র-দ্রবণ শীতল হইলে কিছুক্ষণ পরে দেখা যাইবে যে তুঁতেব নীল-দানা ফটিকিবিব শাদা দানা পাশাপাশি জমিতেছে।

দ্রবণ, পবিস্রাবণ, পাতন ও ফটিকীকরণ প্রণালীগুলি আমবা অনেক সময়ে কাজে লাগাইয়া থাকি। মনে কর কিছু চিনি ধূলাবানি সহিত মিশিয়া গিয়াছে। ঐ চিনি অব্যবহায বলিয়া না ফেলিয়া সংজেই তাহা পবিস্রাবণ করা যাইতে পারে। চিনি জলে দ্রব হয়, কিন্তু ধূলাবানি তাহা হয় না। স্নাতবাং কিছু জলে ঐ অপবিস্রুত চিনি ফেলিয়া দিয়া জল গরম কর, উষ্ণ জলে চিনি গুলিয়া গেল, এক্ষণে ঐ দ্রবণ পবিস্রুতি কাগজেব মধ্য দিয়া ছাঁকিয়া লহলে ধূলাবানি উহাব উপর পড়িয়া থাকিবে এবং নিচেব পাত্রে পবিস্রুত চিনিব ভল পাওয়া যাইবে। এই জল শীতল হইলে চিনি দানা বাধিতে থাকিবে। দানাগুলি পৃথক করিয়া লইয়া বাবী জল ফুটাইয়া জলটুকু উবিয়া যাইতে দিবে, আবও চিনি পাওয়া যাইবে। লবণেব সহিত পাথলকুচা মিশ্রিত থাকিলে উহা হইতে বিশুদ্ধ লবণ এইরূপেই পৃথক করা যাইতে পারে।

সংক্ষেপ :—হুই বা তেগোমিক পদার্থ একত্র হইয়া যদি স্ব স্ব গুণ বজায় রাখে তবে সকলগুলিব সমষ্টিকে মিশ্র বলে। তরল পদার্থে অল্প পদার্থ একপভাবে মিশ্রিত থাকিলে দ্রবণ কহে। মিশ্র পদার্থ হইতে উপাদান পৃথক করিবার উপায়—হাত-বাড়াই, চালুনি দিয়া ছাঁকা, চুষকেব সাহায্যে আকর্ষণ, দ্রবণ প্রস্তুত করিয়া, উষ্ণ পাতন প্রক্রিয়া প্রভৃতি। দ্রবণ হইতে উপাদান পৃথক করিবার উপায়—আস্রাবণ, পরিস্রাবণ, পাতন, ফটিকীকরণ প্রভৃতি। যাহা তরল পদার্থে

দ্রব হয় তাহাদিগকে দ্রাব এবং তবন পদার্থকে দ্রাবক বলে। নির্দিষ্ট উত্তাপে একটি তরল পদার্থে যখন সর্বাধিক পরিমাণ একটি পদার্থ দ্রব থাকে তখন তাহাকে সংপূর্ণ দ্রবণ বলা হয়। উত্তাপ বাড়িবার সঙ্গে সঙ্গে পদার্থের দ্রাব্যতা বাড়ে এবং সংপূর্ণ হইবার জন্য পদার্থের পরিমাণও অধিক লাগে।

প্রথম প্রশ্নমালা

১। মিশ্র ও দ্রবণ কাকে বলে? উহাদের পার্থক্য কি বুঝাইয়া দাও।

(What is meant by a mixture and a solution? Tabulate their differences)

২। মিশ্র এবং দ্রবণের উপাদানগুলি পৃথক কবিবার পাঁচটি সহজ উপায় বর্ণনা কর। (Describe five simple methods of separating the ingredients from a mixture and a solution)

৩। দ্রবণ, পরিদ্রবণ, পাতন ও স্ফটিকীকরণ এই চারটি প্রক্রিয়া সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

(Describe — Solution, Filtration, Distillation and Crystallisation)

৪। নিম্নলিখিত শব্দগুলির অর্থ উদাহরণ দ্বারা বুঝাইয়া দাও :—

দ্রবণ, সংপূর্ণ দ্রবণ, দ্রাব, দ্রাবক ও স্ফটিক।

(Explain the following with example — a solution, a saturated solution, a solute, a solvent and a crystal)

৫। বালির সহিত চিনি, লবণের সহিত বালি, পাউর সহিত সোরা এবং বালির সহিত কপূর্ব মিশ্রণ গুলে উহাদিগকে কিকপে পৃথক করা যায়? (How would you separate the ingredients of the following mixtures — sand and sugar, salt and sand, nitre and chalk and sand and camphor)

৬। গন্ধকের গুঁড়া হইতে কিকপে গন্ধকের দানা প্রস্তুত করা যাইতে পারে?

(How crystals of sulphur may be made from dust of sulphur?)

৭। সোবা, গন্ধক ও কাঠকয়লাব গুঁড়া মিশাইয়া বাকদ প্রস্তুত হয়। বাকদ হইতে কি উপায়ে উহাদিগকে পৃথক পৃথক পাওয়া যাইতে পারে, তাহা বিশদরূপে বুঝাও।

(Gun powder is a mixture of nitre, charcoal and sulphur. How each of these can be separated?)

৮। জলে দ্রবণীয় কতকগুলি কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থের নাম কর। স্বভাবজ জল বিপাক

অবস্থায় পাওয়া যায় না কেন ? (Name some solids, liquids and gases which are soluble in water. Why pure water does not occur in nature ?)

৯। জলে তুঁতের দ্রবণ কিস্তে প্রস্তুত করা যায় ? চিনির জল হইতে চিনি এবং সমুদ্রের জল হইতে লবণ কিস্তে পাওয়া যায় ? (How a solution of copper sulphate in water may be made ? How can we recover sugar from a sugar solution and salt from sea water ?)

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ

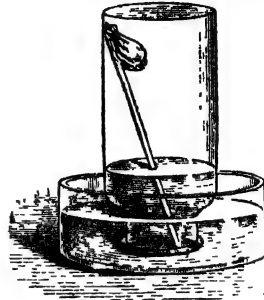
মরিচা ধরা ও দহন

লৌহ যদি বেশী দিন ধবিষা বাহিবে পড়িয়া থাকে, তাহা হইলে সেই লোহার মরিচা ধসে, ইহা তোমরা জান। ছুবি, কাচি, ক্ষুব প্রভৃতি লোহাব জিনিষ অনেকদিন অব্যবহায় অবস্থায় পড়িয়া থাকিলে ঐগুলিতেও মরিচা ধবে। লৌহ বায়ুস্ত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া একটি নূতন পদার্থের সৃষ্টি কবে, তাহা ঐ মরিচা। কিন্তু এই মিলনের ফলে তাপ ও আলোক পাওয়া যায় না বলিয়া, আমরা মনে করি লৌহ দাহ্য নয়। কিন্তু, মরিচা পড়াও একবকর দহন, সাধারণ দহনের সহিত ইহাব প্রভেদ এই যে, একপ দহনে একসঙ্গে তাপ ও আলোক সৃষ্ট হয় না বলিগেই চলে।

মরিচা ধরিলে লোহের ওজন বাড়িয়া যায়। কতকটা নূতন উজ্জল লোহাচূষ একটি চীনা মাটির মুচিতে লইয়া ওজন কর। ইহাতে অল্প জল ছিটাইয়া দিয়া ছুই একদিন রাখিয়া দিলে দেখিবে যে লোহাচূষগুলি আর উজ্জল নাই, তাহাতে মরিচা ধরিয়াছে। এক্ষণে ঐ মুচিটি অল্প গরম করিলে উহাতে যে সামান্য জল আছে, তাহা বাষ্প হইয়া উড়িয়া যাইবে। পরে ওজন করিলে দেখা যায় যে মরিচা ধরা লোহাচূষের ওজন বেশী হইয়াছে।

লৌহে মরিচা পড়িবার পর উহাতে বায়ব যে একাংশ ব্যয়িত হয়, তাহা নিয়েব পরীক্ষা হইতে বুদ্ধিতে পারিবে। একটি ছোট কাপডের থলিতে কিছু নূতন উজ্জল লোহাচূষ ভরিয়া উহা উত্তমরূপে জলসিক্ত কর। পরে থলিটি একটি কাচদণ্ডের এক প্রান্তে বাঁধিয়া দণ্ডট জলপূর্ণ কাচপাত্রের উপর ধর এবং ১০নং চিহ্নে প্রদর্শিতভাবে একটি বিস্তৃত মুগনিশিষ্ট কাচের বোতল উহার উপর চাপা দিয়া ছুই একদিন রাখিয়া দাও। বোতলের মধ্যেব জল ও নিম্নপাত্রের জল

প্রথমে এক সমতলেই ছিল, কিন্তু কয়েকদিন পবে দেখা গেল, বোতলের জল কিছু উপরে উঠিয়াছে। ইহাতে বুঝা যায় বোতলের মধ্যে এমন কিছু ঘটিয়াছে, যাহাব জন্ত উহাব মধ্যস্থ বায়ুব কিয়দংশ ব্যয়িত হইয়াছে, যে অংশ অবশিষ্ট আছে, তাহাতে জলস্ত কাঠি নিভিয়া যায় বলিয়া উহা প্রজ্জ্বলন-পোষক নহে। এইবাব খলিটি খুলিয়া দেখ, লৌহচূর্ণগুলিতে পূর্বের ঔজ্জ্বল্য নাই এবং সেগুলিতে মবিচা ধবিস্বাছে।



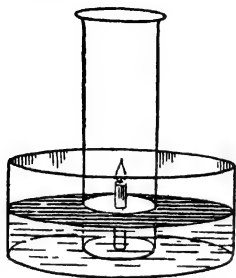
১০ নং চিত্র—মরিচা ধরা

তাহা হইলে বায়ুব অপব একটি উপাদান লৌহেব সহিত মিলিত হইয়া মবিচা উৎপন্ন কবিস্বাছে। পবে জানিতে পারিবে এই উপাদান সমস্ত বায়ুব প্রায় এক পঞ্চমাংশ। বোতলেব মধ্যে জল উঠিলে দেখিবে এই জল সমস্ত ফাঁকা জায়গাব $\frac{1}{5}$ অংশ অধিকাব কবিষা আছে। বায়ুব এই উপাদানটির নাম অক্সিজেন। তুলাদণ্ডেব সাহায্যে প্রমাণ কবিতে পাব, মবিচা ধবিবাব পব লৌহচূর্ণগুলিব ওজন বাড়িয়া গিয়াছে। ভাল ছুবি, কাঁচি প্রভৃতি লৌহনির্মিত দ্রব্যে যাহাতে মবিচা না ধবিতে পাবে, তজ্জন্ত ব্যবহাবেব পব ইহাদেব গায়ে ভেসলিন (Vaseline) মাখাইয়া বাখিতে হয়। কবিণ, বায়ুব অক্সিজেন ভেসলীন ভেদ কবিয়া লৌহেব সহিত মিলিত হইতে পাবে না। লৌহেব উপর কলাই (Enamel) কবিলেও ইহাতে মবিচা ধবিতে পাবে না। এইকপ কলাই কবা লৌহেব পাতে কেরোসিনের ক্যানেনস্তাবা, বাল্‌তি, কাবোগেট্‌ টিন, চায়েব কাপ ও কেটলী প্রভৃতি প্রস্তুত হয়।

তামা, সীসা, দস্তা প্রভৃতি উন্মুক্ত বায়ুতে পড়িয়া থাকিলে উহাদেব উপরেও মরিচা পড়ে।

একটি জলস্ত মোমবাতি একটি কাচপাত্রের মধ্যে বসাইয়া মোমবাতিব

উপর একটি কাচের জার (Gas-Jar) উপুড় কবিয়া রাখ। যাহাতে জ্বাবের ভিতর বাতাস না ঢুকিতে পারে, তজ্জন্তু পাত্রে খানিকটা জল ঢালিয়া দাও



১১ নং চিত্র—প্রজ্বলন

(১১ নং চিত্র)। দেখ বাতির শিখা ক্রমে নিশ্চ্রভ ও ছোট হইয়া, একেবারে নিভিয়া গেল। প্রকৃত-পক্ষে বাতাসের মধ্যে এমন একটি পদার্থ আছে, যাহার সহযোগে জ্বলনকার্য চলে এবং তাহা না থাকিলে প্রদীপাদি জ্বলিত না। বায়ুমধ্যস্থ এই পদার্থের নাম অক্সিজেন (Oxygen)। দহন বা জ্বলন কালে এই অক্সিজেন ব্যয়িত হয়। কাজেই এই পরীক্ষায় জ্বাবের ভিতরে বাতাসের অক্সিজেন

ব্যয়িত হইলে নূতন বাতাসের অভাবে বাতি নিভিয়া যায়। এই ব্যয়িত অক্সিজেন ও মোমবাতির অংশ আপাতদৃষ্টিতে নষ্ট হইল বলিয়া মনে হইলেও, তাহারা কোনও নূতন পদার্থের সৃষ্টি করিল কিনা দেখা বাউক।

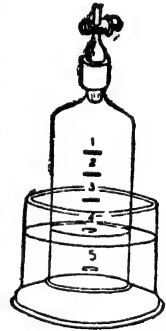
মোমবাতি নিভিয়া যাটবার পর জাবটিকে সোজা করিয়া ধরিয়া উহাতে খানিকটা পরিষ্কার চুনের জল ঢালিয়া দাও এবং একটি চাকুতি দ্বারা গ্লাসের মুখ বন্ধ করিয়া গ্লাসটি নাড়িলে দেখিবে স্বচ্ছ, চুনের জল দুধের মত শাদা হইয়া গেল। কিন্তু একমাত্র কার্বন-ডাইঅক্সাইড গ্যাসই (Carbon-dioxide gas) চুনের জলকে এইরূপ ঘোলাটে করিয়া দেয়। অতএব মোমবাতি পুড়িয়া কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করিয়াছে। বাতির উপাদানে যে কার্বন (Carbon) ছিল তাহা বায়ুর অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়াছে।

বাতির কার্বন এইরূপে অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হওয়ায় তাপ ও আলোকের সৃষ্টি হয়। এই প্রক্রিয়াকে মোমবাতি দহন বা জ্বলন বলিয়া জান। এক্ষেত্রে দহন শীঘ্র হয় কিন্তু মরিচা ধরা মুছ বা মছব দহন।

এতদ্বিন্ন ম্যাগনেসিয়াম (Magnesium) নামক ধাতু কিংবা গন্ধকের যে অল্পরূপ ভাবে দহন হয় তাহাও দেখ।

একটি চীনা মাটির মুচিতে ম্যাগনেসিয়াম ধাতুব কিছু গুঁড়া লইয়া ঐ মুচিটি একটি জলপূর্ণ পাত্রে ভাসাইয়া দাও। এই পাত্রেব উপর একটি ছিপিবদ্ধ কাচের বেলজার (Bell jar) ঢাকা দাও। বেলজাবেব মুখেব ছিপি খুলিয়া দিলে দেখিবে বেলজারেব ভিতরেব ও বাহিরের জল এক সমতলে আছে। এইবার বেলজাবেব মুখ দিয়া একটি জলন্ত কাঠি প্রবেশ কবাইয়া ম্যাগনেসিয়াম ধাতুতে আগুন ধবাইয়া তাডাতাড়ি কাঠিটি বাহিব কবিয়া বেলজাবেব মুখ ভাল কবিয়া ছিপি আঁটিয়া দাও। দেখিবে প্রথমে ম্যাগনেসিয়াম বেশ জলিয়া উঠিবে। কিন্তু ক্রমে নিশ্চত হইয়া নিভিয়া যাইবে। এদিকে জাবেব ভিতরে

জলতল উঠিয়া যখন পূর্বের সঁকা স্থানের $\frac{1}{5}$ অংশ অধিকাব কবিবে তখন আব জল উপরে উঠিবে না। এইবার যদি জাবেব ভিতর একটি জলন্ত কাঠি প্রবেশ কবাও তাহা নিভিয়া যাইবে। স্নতবাং প্রজ্বলনের পব বেলজাবেব মধ্যে যে গ্যাসীয় পদার্থ আছে তাহা প্রজ্বলন পোষক নহে। প্রমাণ দ্বাৰা বন্ধিতে পাৰা যায ইহা নাইট্রোজেন (Nitrogen)। বায়ব অক্সিজেন অংশ প্রজ্বলন কার্যে ব্যৰ্থিত হইয়াছে। এইবার যদি মুচিব দগ্ধ ম্যাগনেসিয়াম লইয়া সূক্ষ্ম বাসায়নিক তুলাদণ্ডেব সাহায্যে ওজন কব দেখিবে ম্যাগনেসিয়ামেব ওজন বৃদ্ধি পাইয়াছে। কাবণ



১২নং চিত্র

ম্যাগনেসিয়াম দহন

দহনের ফলে ইহা বায়ব অক্সিজেনেব সহিত সংযুক্ত হইয়া ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড প্রস্তুত কবিয়াছে। দহনেব ফলে বায়ব অক্সিজেন অংশেব সহিত অল্প পদার্থেব সংযোগ হইলে যে পদার্থেব ওজন বৃদ্ধি হয় তাহা সকল সময়ে প্রত্যক্ষ ভাবে লক্ষ্য করা যায় না। কাবণ তোমবা লক্ষ্য কবিয়াছ কাঠি পোড়াইলে যে কয়লা বা ছাই পড়িয়া থাকে তাহা কাঠেব চেয়ে ভারী ত নয়ই অধিকন্তু কাঠেব চেয়ে অনেক হালকা। ইহাব কাবণ কাঠেব একটি উপাদান কার্বন (Carbon), তাহার সহিত বায়ব অক্সিজেন সংযুক্ত হইয়া যে কার্বন-ডাইঅক্সাইড হয় তাহা

ধূমাকাবে উবিয়া যায়। বাকি ষ্টেটুকা কাৰ্বন বায়ুৰ অক্সিজেনেৰ সহিত মিলিতে পাবিল না তাহা ছাই বা কয়লাকাৰে পড়িয়া থাকে।

দেশে সংক্ৰামক ব্যাধি আসিলে ঘৰে গন্ধক জ্বালান হয়। ফলে এক প্রকাৰ তীব্র গন্ধযুক্ত গ্যাস উৎপন্ন হয়, তাহাৰ নাম সালফাৰ ডাইঅক্সাইড (Sulphur dioxide)। সালফাৰ ডাইঅক্সাইড জীবাণু নাশক ও জলে শীঘ্র দ্রব হয়।

উপৰেৰ প্ৰক্ৰিয়াটিৰ মত গন্ধক লইয়া পৰীক্ষা কৰিলে একই ৰূপ ফল পাওয়া যায়। তবে গন্ধক পুড়িয়া যে সালফাৰডাইঅক্সাইড নামক গ্যাসীয় পদাৰ্থ উৎপন্ন হইল তাহাৰ জন্ত জলতলেৰ উন্নতি কিৰূপ হয় বলিতে পাব? সালফাৰ ডাইঅক্সাইড জলে অত্যধিক দ্রবণীয় বলিয়া জলতলেৰ উন্নতি পূৰ্ব প্ৰক্ৰিয়াৰ জল তলেৰ উন্নতিৰ মতই হইয়া থাকে।

অতএব আমবা বলিতে পাবি কোন পদাৰ্থেৰ সহিত অক্সিজেনেৰ বাসায়নিক সংযোগেৰ নাম দহন বা প্ৰজ্বলন। দহন বা প্ৰজ্বলন কালে সকল ক্ষেত্ৰেই আলোক ও উত্তাপেৰ উদ্ভব না হইতে পাবে। যখন আলোক ও উত্তাপেৰ উদ্ভব হয় না তখন অক্সিজেনেৰ সংযোগ ধীবে ধীবে হয় বলিয়া সেই প্ৰক্ৰিয়াকে আমবা মৃদু দহন বলিয়া থাকি। দহনেৰ ফলে অক্সিজেনেৰ সংযোগ হওয়ায় পদাৰ্থেৰ ওজন বৃদ্ধি সকল সময়ে প্ৰত্যক্ষ ভাবে লক্ষ্য কৰা যায় না।

সংক্ষেপ :—মরিচা ধরা ও দহন, বলিতে গেলে একই প্ৰক্ৰিয়া। উভয় ক্ষেত্ৰে অক্সিজেন অল্প পদাৰ্থেৰ সহিত সংযুক্ত হয়। প্ৰথম ক্ষেত্ৰে আলোক ও উত্তাপেৰ উদ্ভব বৃদ্ধিতে পাবা যায় না, দ্বিতীয় ক্ষেত্ৰে আলোক ও উত্তাপেৰ উদ্ভব হয়। যথেষ্ট পৰিমাণ অক্সিজেন সরবরাহ কৰিবাৰ উপায় না থাকিলে কোন পদাৰ্থ প্ৰজ্বলিত হইতে পারে না।

দ্বিতীয় প্ৰশ্নমালা

১। মরিচা ধরা কাহাকে বলে? দহনেৰ সহিত উহাৰ পাৰ্থক্য কোথায়? (What is rusting? What are the differences of burning and rusting?)

২। প্রজ্জ্বলিত বাতির উপর ঢাকা চাপা দিলে বাতির শিখার কি অবস্থা হয় বল এবং কেন হয় বল ? (What happens when the flame of a burning candle is covered with a jar ? State the reasons)

৩। লৌহে মরিচা ধরিলে কি কি পরিবর্তন লক্ষ্য করা যায় লিখ। (Write, what changes are found when a piece of iron gets rusted)

৪। দহন কাহাকে বলে উদাহরণ দাও। মরিচা ধরাও এক প্রকার দহন কেন ? (Explain burning with an example Why rusting is also a kind of burning ?)

৫। মরিচা ধরার সহিত বায়ুর কি সংশ্রব আছে বিস্তৃতভাবে বল। (State in detail what connection there is between burning and air)

৬। কি ঘটে তাহার রাসায়নিক ব্যাখ্যা লিখ, যখন—(ক) একটি লৌহ খণ্ড আর্দ্র বায়ুতে রাখা হয় (খ) একটি কেরোসিন লম্প জ্বলে। (Explain chemically what happens when —(a) a piece of iron is exposed to moist air (b) a kerosene lamp burns)

[কঃ বিঃ ১৯৪১]

৭। কাঠ, কয়লা বা গন্ধক পোড়াইলে ইহাদের ওজন কমিয়া যায়, অথচ ম্যাগনেসিয়াম পোড়াইলে ইহার ওজন বাড়িয়া যায়। সবিস্তার কারণ নির্দেশ কর। (When charcoal and sulphur are burnt they lose weight, whereas magnesium gains weight when burnt. Ascertain the reasons in detail)

তৃতীয় পরিচ্ছেদ

যৌগিকের বিশেষত্ব

আভ্যন্তরিক উপাদান ও তৎসমূহের বিচ্ছিন্ন প্রণালী অনুসারে পদার্থ সমূহ তিন শ্রেণীতে বিভক্ত—মূল, মিশ্র ও যৌগিক। বৈজ্ঞানিকগণ স্থিতি কবিত্বাছেন জগতের যাবতীয় পদার্থের মূলে মাত্র কয়েকটি মূল পদার্থ বহিয়াছে। তাহাদের মিশ্রণে বা বাসায়নিক সংযোগে জগতের যাবতীয় পদার্থ সৃষ্ট হইয়াছে।

বোন একটি পদার্থকে ক্রমাগত ভাঙিতে ভাঙিতে এমন অবস্থায় পৌছান যাইতে পারে যে ইহাকে পদার্থের সমস্ত বিশিষ্ট ক্ষুদ্রতম অংশে আব বোনও প্রকারে বিভক্ত করা যাইবে না। যদি ভাঙা হয় তবে অংশগুলি আব পূর্ব পদার্থের সমস্ত বিশিষ্ট থাকিবে না। সমস্ত বিশিষ্ট এই ক্ষুদ্রতম অংশকে উক্ত পদার্থের **অণু** (Molecule) বলা হয়। অণুকে আব যদি ভাঙা যায় তবে বিভিন্ন গুণ বিশিষ্ট দুই বা ততোধিক পদার্থ পাওয়া যাইতে পারে। যখন ইহা-দিগকেও বিভাগ কবিত্তে কবিত্তে এমন অবস্থায় পৌছান যাইবে যে, ঐ বিভক্ত অংশগুলি হইতে আব অল্প গুণ বিশিষ্ট কোন পদার্থের উদ্ভব একেবারে কল্পনা অতীত হইয়া পড়িবে সেই অবস্থায় এক একটি ক্ষুদ্রতম অংশকে এক একটি পদার্থের **পরমাণু** (Atom) বলা হয়। এই পরমাণুর সমবায় এক একটি মূল পদার্থের সৃষ্টি হয়। মূল পদার্থের যে যে গুণ থাকে তাহা পরমাণুরও ঠিক সেই সেই গুণ থাকে। আজ পর্যন্ত সমগ্র পৃথিবীতে যতগুলি মূল পদার্থ আবিষ্কৃত হইয়াছে তাহাদের সংখ্যা একশতের অধিক নহে। এই প্রায় একশত মূল পদার্থের মিশ্রণে বা সংযোগে জগতে কোটি কোটি পদার্থ সৃষ্ট হইয়াছে।

মিশ্র পদার্থের কথা পূর্বে বলা হইয়াছে। যৌগিক পদার্থের কথা এখানে বলিতেছি।

একটি ঢাকনিওয়ালা চীনা মাটিব পবিষ্কাব মুচি একটি স্থল বাসায়নিক তুলাদণ্ডে ওজন কবা হইল। পবে ইহাতে একখণ্ড পবিষ্কাব ম্যাগনেসিয়াম তাব লইয়া পুনবায় ওজন করা হইল। এই দুইটি ওজনেব বিয়োগফল ম্যাগনেসিয়াম তাবেব ওজন। এইবাব ঐ মুচিটিকে স্পিবিট্ লম্ফেব শিখায় উত্তপ্ত কব। উত্তপ্ত কবিবাব সময মাঝে মাঝে যাহাতে মুচিব ভিতব বায়ু প্রবেশ কবিতে পাবে সেজন্ত একটু ঢাকনি পুলিয়া দিতে হইবে অথচ সাবধান হইতে হইবে যেন এই সমযে মুচিব ভিতব হইতে



১৩নং চিত্র—ম্যাগনেসিয়াম দহন

শাদা ধৌষাব জ্বাষ পদার্থ বহির্গত হইবা না যায়। দেখিতে দেখিতে ম্যাগনে-সিয়ামেব তাবটি ছাই হইবা যাইবে। তখন ইহাকে সাবধানে ঠাণ্ডা কবিয়া (যেন ইহাতে জনীয় বাষ্প না থাকে) ওজন কবিতে হইবে। আবাব উত্তপ্ত কবিয়া পূর্বোক্ত উপায়ে শীতল কবিয়া ওজন কবিতে হইবে। এইকপ কয়েকবাব কবিবাব পব যখন দেখা যাইবে এই ওজন কম বেশী হইতেছে না, ঠিক আছে, তখন আব উত্তপ্ত কবিত হইবে না। তখন দেখা যাইবে পূর্বে ম্যাগনেসিয়াম তাবেব যে ওজন ছিল, ছাই হইবা তাহা বাড়িয়া গিয়াছে। ইহাব কাবণ বায়ুতে অক্সিজেন নামক একপ্রকাব গ্যাসীয় পদার্থেব কিয়দংশ উত্তাপেব সাহায্যে ম্যাগনেসিয়ামেব সহিত মিশিয়া গিয়াছে, ফলে উহাব ওজন বাড়িয়া গিয়াছে।

এক্ষেত্রে কিন্তু বায়ব অক্সিজেনেব সহিত যে ম্যাগনেসিয়ামেব সংযোগ হইয়াছে তাহা ঠিক জলেব সহিত চিনি বা মিছবিব মিশ্রণেব মত নয, কিংবা বালিব সহিত চিনি অথবা গন্ধকেব সহিত লোহাচূবেব মিশ্রণেব মত নয। এখানে অক্সিজেন ম্যাগনেসিয়ামেব সহিত মিশিয়াছে বটে কিন্তু ঐ মিশ্রণেব ফলে যে পদার্থেব উদ্ভব হইয়াছে তাহাতে ম্যাগনেসিয়াম বা অক্সিজেন কাহাবও গুণ বর্তমান নাই—একটি সম্পূর্ণ নূতন পদার্থ হইয়াছে। ইহাব গুণ, ইহাব

উপাদান দুইটির গুণ হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন। এখানে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ উপাদানের সহিত কেবল মাত্র আর একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ পদার্থের সংযোগ ঘটিয়াছে। অধিক পরিমাণ অক্সিজেন উহাতে সংযুক্ত করিতে পাঁবা যাইবে না অথবা যে পরিমাণ অক্সিজেন ব্যয়িত হইয়াছে সেই পরিমাণ অক্সিজেনের সহিত যদি অধিক পরিমাণ ম্যাগনেসিয়াম যোগ করা হয় তবে ম্যাগনেসিয়ামের কিয়দংশ পড়িয়া থাকিবে, তাহাব পবিবর্তন হইবে না। এক্ষণে নির্দিষ্ট পরিমাণ পদার্থের সহিত নির্দিষ্ট পরিমাণ অপব পদার্থের সংযোগে যখন সম্পূর্ণ ভিন্ন পদার্থের সৃষ্টি হয় তখন সমস্ত প্রক্রিয়াটিকে **রাসায়নিক সংযোগ (Chemical Combination)** বলা হয়। যখন যৌগিক পদার্থ হইতে বাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে কোন পদার্থ নির্গত হইয়া যায় তখন প্রক্রিয়াটিকে **রাসায়নিক বিয়োগ (Chemical dissociation)** বলা বাইতে পাবে। বস্তুত বাসায়নিক সংযোগ বা বিয়োগ উভয়েই বাসায়নিক ক্রিয়া (Chemical action)।

একটি কাচের পাত্রে খানিকটা পবিকাব চুনের জল লইয়া একটি কাচ নল দিয়া উহাব ভিতব নিঃশ্বাস ত্যাগ করিলে (১৪নং চিত্র) দেখা যায় চুনের জল ঘোলাটে হইয়া গিয়াছে। কার্বন-ডাইঅক্সাইডেই চুনের জল এক্ষণে ঘোলাটে হয়। আমাদের নিঃশ্বাস-বায়ব সহিত কার্বন-ডাইঅক্সাইড থ'কে। চুনের জলের সহিত এই কার্বন-ডাইঅক্সাইডের বাসায়নিক সংযোগ হওয়ায় যে শাদা শাদা পদার্থ উৎপন্ন হইয়াছে তাহা চা-খড়ি। চা-খড়িব গুণ, কার্বন-ডাইঅক্সাইড বা চুনের জলের গুণের সহিত সমান নয়। বাসায়নিক সংযোগে যে পদার্থের উদ্ভব হয় তাহাকে **যৌগিক (Compound)** বলে। যৌগিক পদার্থের গুণ



১৪নং চিত্র—চুনের জলে নিঃশ্বাস ত্যাগ
ত্যাগ করা হয় তবে দেখা যাইবে ক্রমে চুনের জল অধিকতর ঘোলাটে হইয়া উঠিবে। এখন যদি ক্রমাগত ঐ চুনের জলে নিঃশ্বাস

হইয়া আসিতেছে। কিন্তু এমন এক সময় আসিবে যখন চুনের জল আব ধোলাটে হইবে না, নিঃশ্বাস-বায়ু নির্গত হইয়া পাত্রের মধ্য দিয়া উড়িয়া যাইবে। তখন বুঝিতে হইবে সমস্ত চুনের জলটিতে যত পৰিমাণ কার্বন-ডাইঅক্সাইড দিলে ইহা হইতে সর্বাধিক পরিমাণ চা-থুডি প্রস্তুত হইতে পাবে তাহা দেওয়া হইয়াছে এবং এই পৰিমাণ নির্দিষ্ট থাকায় অধিক কার্বন-ডাইঅক্সাইড ইহাতে প্রয়োগ করিলেও কোন কাজে আসে না। তাই তাহা বা যেমন আমাদের নিঃশ্বাস হইতে নির্গত হয় তেমনই পাত্র হইতে বহির্গত হইয়া যায়।

এই সঙ্গে পূর্বে বর্ণিত মোমবাতি জ্বলনের কথা লইয়া তিনটি পৰীক্ষার আমবা এইরূপ তুলনা করিতে পারি—

প্রথম - ম্যাগনেসিয়াম একটি মূল পদার্থ ও ধাতু, ইহা ব সহিত অল্প কোন প্রকার পদার্থ কোন প্রকারে সংযুক্ত ছিল না। অক্সিজেনও তদ্রূপ একটি মূল গ্যাসীয় পদার্থ। উত্তাপ সাহায্যে এই দুইটি মূল পদার্থের বাসায়নিক সংযোগে একটি সম্পূর্ণ নূতন পদার্থের সৃষ্টি হইয়াছে, যাহাব প্রকৃতি ও গুণাবলী ইহা ব উপাদানগুলি হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন। যখন ইহাদেব এরূপ বাসায়নিক সংযোগ ঘটে তখন প্রত্যেক উপাদানটির পৰিমাণ নির্দিষ্ট থাকে।

দ্বিতীয়—চুনের জল নিজেই ক্যালসিয়াম নামক একটি মূল ধাতু ও হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন নামক দুইটি মূল গ্যাসীয় পদার্থের সংযোগে প্রস্তুত একটি যৌগিক। তেমনই আমাদের নিঃশ্বাসে যে কার্বন-ডাইঅক্সাইড নির্গত হয় তাহা কার্বন নামক একটি কঠিন মূল পদার্থ ও অক্সিজেন ঘটিত একটি যৌগিক। এই দুইটি যৌগিক সংযোগে আবাব একটি নূতন যৌগিক সৃষ্টি করিয়াছে, যাহাব প্রকৃতি উপাদানগুলির প্রকৃতি হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন।

তৃতীয়—মোমবাতি কার্বন ঘটিত একটি যৌগিক পদার্থ—পুড়িয়া বায়ব অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া কার্বন-ডাইঅক্সাইড নামক যৌগিক পদার্থ

সৃষ্টি কবিয়াছিল। সেই যৌগিক চুনের জলের সহিত সংযুক্ত হইয়া আব একটি নূতন যৌগিকের সৃষ্টি করিল।

তাহা হইলে এক্ষণে আমবা বলিতে পারি বাসায়নিক সংযোগে—

(১) দুই বা ততোধিক মূল পদার্থ, এক বা একাধিক মূল পদার্থ এবং এক বা একাধিক যৌগিক, অথবা কেবলমাত্র এক বা একাধিক যৌগিক একত্রে সংযুক্ত হইয়া এক বা একাধিক নূতন পদার্থের সৃষ্টি কবে। তাহাদের গুণ সম্পূর্ণরূপে ভিন্ন।

(২) যৌগিকের উপাদানগুলির পরিমাণের অনুপাত নির্দিষ্ট থাকে।

(৩) উপাদানগুলি পরিবর্তিত হইয়া যে নূতন পদার্থের সৃষ্টি কবে তাহাদের গুণ সম্পূর্ণ ভিন্ন হইয়া যায়।

(৪) যৌগিকের উপাদান সহজে পৃথক করা যায় না।

(৫) তাপের অল্পতা কিংবা আধিক্য ঘটে।

পূর্বোক্ত পরীক্ষা কয়টিতে তাপের অল্পতা কিংবা আধিক্য কি ঘটান্নাছে তাহা বিশেষভাবে বুঝিতে না পারিলেও বিশেষ পরীক্ষা দ্বারা জানা যায় এই প্রক্রিয়াগুলিতে তাপের তাবতমাত্রা ঘটে।

তাহা হইলে নিম্নলিখিত লক্ষণ গুলি দিয়া আমবা মিশ্র এবং যৌগিক পদার্থের পার্থক্য স্থির করিতে পারি :—

মিশ্র

যৌগিক

- | | |
|---|---|
| ১। উপাদানগুলির গুণের কোন বৈলক্ষণ্য দেখা যায় না। | ১। উপাদানগুলির গুণ একটিও বর্তমান থাকে না। |
| ২। উপাদানগুলি সহজেই পৃথক করা যায়। | ২। উপাদানগুলি সহজে পৃথক করা যায় না। |
| ৩। মিশ্রকালে তাপের হ্রাসবৃদ্ধি হয় না। | ৩। সংযোগকালে হয় তাপ টানিয়া লয়, না হয় তাপ ছাড়িয়া দেয়। |
| ৪। উপাদানগুলির পরিমাণের কোন নির্দিষ্ট অনুপাত নাই। | ৪। উপাদানগুলির গুণের অনুপাত নির্দিষ্ট থাকে। |

ছই বা ততোধিক পদার্থের যেমন বাসায়নিক সংযোগ হইতে পারে এবং ফলে ভিন্ন প্রকৃতির পদার্থ সৃষ্ট হইতে পারে তেমনই একটি যৌগিকেব বাসায়নিক বিয়োগ ঘটতে পারে এবং ফলে একাধিক ভিন্ন প্রকৃতির পদার্থ পাওয়া যাইতে পারে। জল একটি যৌগিক—বাসায়নিক বিযোগ ঘটিলে জল হইতে অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন নামক দুইটি মূল পদার্থ পাওয়া যায়, চা-খড়ি হইতে ক্যালসিয়াম নামক মূল পদার্থ ও কার্ব'নডাইঅক্সাইড নামক যৌগিক পাওয়া যায়।

সংক্ষেপ :- মূল পদার্থকে ভাঙ্গিয়া পবমাণু পর্যন্ত ছোট করিলে ইহা হইতে বিভিন্ন পদার্থ পাওয়া যাইবে না। নির্দিষ্ট পরিমাণ পদার্থের সহিত নির্দিষ্ট পরিমাণ অপব পদার্থের সংযোগে যখন সম্পূর্ণ ভিন্ন পদার্থের সৃষ্টি হয় তখন সমস্ত প্রক্রিয়াকে বাসায়নিক সংযোগ বলে। তেমনই রাসায়নিক বিযোগ হইতে পারে। বাসায়নিক যোগ বা বিযোগ উভয়ই বাসায়নিক ক্রিয়া। বাসায়নিক ক্রিয়া দ্বারা যৌগিক উৎপন্ন হইতে পারে বা ভাঙ্গিয়া ছই বা ততোধিক মূল বা যৌগিক অথবা মূল ও যৌগিক উভয় পদার্থই সৃষ্ট হইতে পারে। রাসায়নিক ক্রিয়ায় উত্তাপ উদ্ভূত হইতে পারে অথবা উত্তাপ টানিয়া লইতে পারে। যৌগিকের উপাদানগুলির গুণ বর্তমান থাকে না এবং তাহাদিগকে সহজে পৃথক করা যায় না। উপাদানগুলির গুণের অনুপাত নির্দিষ্ট থাকে।

তৃতীয় প্রশ্নমালা

১। অণু, পরমাণু ও মূল পদার্থ কাহাকে বলে। (Define —a molecule, an atom and an element)

২। নিম্নলিখিত ব্যাপারগুলিতে কি ফল পাওয়া যায় তুলনা করিয়া বিস্তৃ তভাবে বল :-

মাগনেসিয়াম তার একটি মুচিতে রাখিয়া পোড়ান হইল, পরিষ্কার চুনের জলে নিঃশ্বাস ত্যাগ করা হইল। (State by comparison what happens in the following cases —a piece of magnesium wire is burnt in a crucible, the product of exhalation is led into clear lime water) [কঃ বিঃ ১৯০]

৩। বাসায়নিক সংযোগ কাহাকে বলে উদাহরণ দ্বারা বুঝাইয়া দাও। রাসায়নিক সংযোগকালে কি কি ব্যাপার ঘটে বিশেষভাবে বুঝাইয়া বল। (Explain with an example, chemical synthesis What happens when chemical synthesis takes place)

৫। রাসায়নিক সংযোগের ফলে উৎপন্ন যৌগিক ও মিশ্রে কি কি প্রভেদ লক্ষ্য করা যায় লিখ। (Write what are the differences found in a mixture and a chemical compound)

৬। চুনে জল ঢালিয়া দেওয়া হইল। কি দেখিবে? ফল স্বরূপ কি পাওয়া যায় এবং তাহা কি পদার্থ—মিশ্র না যৌগিক? Water is poured into quick lime. What will you see? What will be the resultant product and what are they—mixture or compound?)

চতুৰ্থ পৰিচ্ছেদ

বায়ুৰ উপাদান

পূৰ্বে তোমবা দেখিযাহ্ বায়ুৰ এক অংশ দ্ৰব্যাদিৰ প্ৰজ্বলনকাৰ্যে সহায়তা কৰে, ইহা না থাকিলে প্ৰজ্বলন ক্ৰিয়া চলিতে পাবে না। চিত্ৰে দেখিযাহ্, জ্বলন্ত মোমবাতিৰ উপৰ একটা কাচেৰ জাব উপুড কৰিযা দিলে তন্মধ্যস্থ বায়ুৰ এই অংশটুকু ব্যয়িত হইবাব পৰ বাতিৰ শিখা নিভিযা যায়। বায়ুৰ এই প্ৰজ্বলন-পোষক অংশটিকে অক্সিজেন (Oxygen) বলে তাহাও তোমাদিগকে বলা হইযাছে।

বায়ুতে অক্সিজেন ব্যতীত অল্প পদাৰ্থ আৰু কি আছে দেখা যাউক। মৰিচাধবা প্ৰসঙ্গে ১০ নং চিত্ৰে যে বিবৰণ দেওযা হইযাছে তাহাতে দেখিযাহ্ যে, লোহচুৰ্ণে মৰিচাধবা কাৰ্যে বোতলমধ্যস্থ বায়ুৰ অক্সিজেন অংশটুকু ব্যয়িত হয় বলিয়া বোতলেৰ ভিতৰেৰ জল পাত্ৰেৰ জলতল অপেক্ষা উচ্চে উঠিয়া যায়। মূপিলে দেখিতে পাইবে যে, বোতলেৰ যতখানি স্থান বায়ু পূৰ্বে অধিকাৰ কৰিয়াছিল তাহাব $\frac{1}{5}$ অংশ এক্ষণে জলপূৰ্ণ হইযাছে, অতএব বায়ুৰ $\frac{1}{5}$ অংশই অক্সিজেন। অবশিষ্ট $\frac{4}{5}$ অংশ সাধাৰণ বায়ু নহ। বোতলেৰ মুখ একটা কাচেৰ চাকুতি দ্বাৰা বন্ধ কৰিযা বোতলটি সোজা কৰিয়া বাখ। উহাব ভিতৰ একটা জ্বলন্ত দেশালাই কাঠি ফেলিলে উহা তৎক্ষণাৎ নিভিযা যাইবে, অতএব ইহা অক্সিজেনেৰ মত প্ৰজ্বলন-পোষক নহে। আৰাব ইহাব ভিতৰ চুনেৰ জল ফেলিয়া নাডিলেও চুনেৰ জল ঘোলাটে হয় না, অতএব ইহা কাৰ্বন-ডাইঅক্সাইড নহে। বায়ুৰ এই অংশেৰ নাম নাইট্ৰোজেন (Nitrogen)।

মৰিচা ধবাব পৰীক্ষা কৰিতে কিছু বেশী সময় লাগে, কিন্তু ফস্ফাৰাস (Phosphorus) নামক একটা সহজ-দাহ্য পদাৰ্থ লইয়া অতি সহজেই এই পৰীক্ষা কৰা যাইতে পাবে। একটা বড পাত্ৰে জল লইয়া তাহাতে একটা ছোট মুটি

ভাসাইয়া দাও। ঐ মুচিব মধ্যে ক্ষুদ্র এক টুকরা ফস্ফবাস্ দিয়া একটি গবম্ দণ্ড উহাতে ঠেকাইলে ফস্ফবাস্ জলিয়া উঠিবে। সঙ্গে সঙ্গে একটি কাচের জাব উপড কবিয়া ঐ জলন্ত ফস্ফবাসেব উপর ঢাকা দাও। জাবটি জলন্ত ফস্ফবাসেব উপর ঢাকা দিবামাত্রই শাদা ধূমে পূর্ণ হইয়া যাইবে এবং জলিয়া শেষ হইবার পূর্বেই ফস্ফবাস্ টুকরা নিভিয়া যাইবে। কিছুক্ষণ অপেক্ষা কবিলে দেখা যাইবে, এই ধোঁয়া দ্রবীভূত হওয়ায় পাত্রটি পূর্বেব মত পবিস্কাব হইয়াছে। প্রথমে জাবেব মধ্যে ও বাহিবে জল এক সমতলেই ছিল, কিন্তু এখন জাবেব মধ্যে জল উঠিয়া গিয়াছে দেখিবে। মাপিয়া দেখিলে পূর্ব পবীক্ষাব মতই দেখা যায়, পাত্রেব যে অংশ পূর্বে সাধাবণ বায়ুৰ দ্বাৰা পূর্ণ ছিল, তাহাব $\frac{1}{5}$ অংশ জলেব দ্বাৰা পূর্ণ হইয়াছে। ফস্ফবাস্ জলিয়া বায়ুমধ্যস্থ অক্সিজেনেব সহিত মিশিয়া শাদা ধূম উৎপন্ন কবিয়াছিল। সেই ধূম জলে দ্রবীভূত হওয়ায় জাবেব ভিতবে ও বাহিবে চাপেব পার্থক্য হেতু পাত্রেব জল জাবে উঠিয়া গিয়াছে।

একটি বাটিতে কিছু পবিস্কৃত চুনেব জল যদি বাতাসে ছুই একদিন বাগিষা দেওয়া হয়, তবে উহাব উপর ছুধেব সবেব মত একটি পদার্থ ভাসিয়া থাকিতে দেখা যায়। উহাও কাব'ন-ডাইঅক্সাইড বাটিত যৌগিক পদার্থ। তাহা হইলে বুঝা যায় যে, বাতাসে কাব'ন-ডাইঅক্সাইড আছে।

একটি গ্লাসেব বাহিবেব দিক ভাল কবিয়া মুছিয়া গ্লাসেব মধ্যে ববফ জল বাগিয়া দিলে দেখিবে, গ্লাসেব বাহিবেব গায়ে বিন্দু বিন্দু জল জমিয়া যায়। গ্লাসেব পার্শ্বে বাহিবেব বায়ুতে যে জলীয় বাষ্প আছে, সেই বাষ্প শীতল গ্লাসেব সংস্পর্শে জমিয়া এই জল হইয়াছে। এই পবীক্ষায় বুঝা যায় যে, বায়ুতে জলীয় বাষ্পও আছে।

তাহা হইলে তোমবা দেখিলে যে, মোটামুটি বায়ুৰ $\frac{1}{5}$ অংশ অক্সিজেন ও $\frac{4}{5}$ অংশ নাইট্রোজেন। অক্সিজেন অংশ দহন কার্যে বা মবিচাধবা কার্যে অল্প পদার্থেব সহিত মিশিয়া যায়। ইহা না থাকিলে আলো জলিত না, কাঠ পুড়িত না। নাইট্রোজেন এরূপ কার্যকরী নয়, ইহা প্রজলন-পোষকও নয়। অক্সিজেন ও

নাইট্রোজেন ভিন্ন বায়ুতে অল্প মাত্রায় জলীয় বাষ্প, ধূলিকণা ও কার্বন-ডাইঅক্সাইড বিद्यমান আছে ; কিন্তু তাহাদের পৰিমাণ স্থিৰ থাকে না, কমে বাড়ে । এতন্তিন্ন আবও কষেকটি পদার্থ বায়ুতে মিশ্রিত আছে, তাহাদের পৰিমাণ নিতান্তই অল্প । বায়ব উপাদানগুলিব আনুপাতিক পৰিমাণেব তালিকা নিচে দেওয়া ইটল ।

নাইট্রোজেন—শতকবা ৭৭.১৬ ভাগ

অক্সিজেন— ” ২০.৬০ ”

জলীয় বাষ্প— ” ১.৪০ ”

কার্বন-ডাইঅক্সাইড— ” ০.৪ ”

অত্যাৗ বাষ্প— ” ৮০ ”

চতুর্থ প্রশ্নমালা

১। বায়ুর প্রধান উপাদান দুইটির নাম কব, তাহাদের আনুপাতিক পরিমাণ কত? যে পৰীক্ষা দ্বারা এই আনুপাতিক পৰিমাণ প্রমাণ কৰিতে পাৰ তাহা লিখ। (Name two principal constituents of air, give the percentage of the quantities. State the experiment by which this percentage can be ascertained.)

২। বায়ুর উপাদান কয়টির আনুপাতিক পরিমাণেব একটি তালিকা দাও। (Give the table of percentage of the constituents of air.)

— — — — —

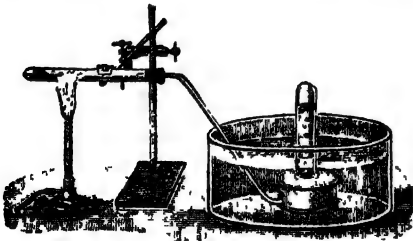
পঞ্চম পরিচ্ছেদ

অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, কার্বনডাইঅক্সাইড ও হাইড্রোজেন

বায়ুমণ্ডলে অক্সিজেন যথেষ্ট পৰিমাণে পাওয়া যায়। সমগ্র বায়ু মণ্ডলেব প্রায় এক পঞ্চমাংশ অক্সিজেন তাহাও তোমরা দেখিয়াছ। জলেব ওজনেব নয় ভাগেব আট ভাগ অক্সিজেন। পৃথ্বীমণ্ডলেব (Earth's crust) প্রায় শতকরা ৪৮ ভাগ অক্সিজেন। এতদ্ভিন্ন নানা পদার্থেব সহিত মিশ্রিত বা সংযুক্ত হইয়া অক্সিজেন প্রকৃতিব ভাণ্ডারে প্রচুর পৰিমাণে বর্তমান আছে। কাজেই ঐ সকল পদার্থ হইতে অল্প উপাদান গুলি সবাইয়া লইলে অক্সিজেন পৃথক করিতে পাৰা যায়।

বসায়নাগাবে যত প্রকার উপায়ে অক্সিজেন প্রস্তুত করা হয় তন্মধ্যে নিম্ন-লিখিত উপায়টি অতিশয় সাধাবণ অথচ সহজ।

পরীক্ষা—ওজন করিয়া চাবিভাগ পটাশিয়াম ক্লোরেট (Potassium chlorate) এবং এক ভাগ ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড (Manganese dioxide)



১৫নং চিত্র—অক্সিজেন প্রস্তুতকরণ

একত্র মিশ্রিত করিয়া একটি ছয় ইঞ্চি লম্বা পরীক্ষা নলেব প্রায় দুই ইঞ্চি পূর্ণ করা। একটি বাকান সব কাচনল ছিপিব মধ্যে প্রবেশ করাইয়া ছিপি সমেত ঐ পরীক্ষানলেব মুখে আঁটিয়া

দাও। ছিপিটি পরীক্ষানলেব মুখে এমন ভাবে আঁটিতে হইবে যেন কোনরূপে

পৰীক্ষানলৈৰ মध्ये কোন গ্যাসীয় পদার্থ যাতায়াত কৰিতে না পাৰে। এইৰূপ অবস্থায় পৰীক্ষানলটোকে একটা ক্ল্যাম্প (Clamp) আটকাইয়া একটা খুঁটিতে (Stand) লাগাইয়া রাখ যেন ইহাৰ মুখ তলাৰ দিক হইতে অগ্নি নিচে থাকে। একটা এনামেলৰ গামলা কিংবা চীনা মাটিৰ গামলা জলে প্ৰায় ভৰ্তি কৰিয়া তাহাৰ ভিতৰে একটা বি-হাইভ্ সেলফ্ (Bee-hive shelf) বাথ। এই সেলফেৰ গতেৰ মধ্য দিয়া পৰীক্ষানলৈৰ সহিত সংযুক্ত বক্ৰ কাচনলটি এমন ভাবে প্ৰবেশ কৰাইয়া দাও যেন ইহাৰ মুগটি উপৰ দিকে থাকে। এই অবস্থায় একটা জলপূৰ্ণ গ্যাস-জাব (Gas-jar) উপুড় কৰিয়া বাথ। এইবাব স্পিৰিট লম্ফ দিয়া পৰীক্ষানলটোকে উত্তাপ দাও। কিছুক্ষণ পৰে জাবৰ ভিতৰ হইতে জল বাহিৰ হইয়া আসিতেছে বলিয়া মনে হইবে। যখন সমস্ত জাবটি এইৰূপে খালি হইয়া গেল বলিয়া মনে হইবে সেই সময় একটা বাচেল প্লেট মুগে ঢাকা দিয়া জলেৰ ভিতৰ হইতে জাবটি বাহিৰ কৰিয়া মুখ উপৰদিকে কৰিয়া রাখিয়া দাও। এইৰূপ পাচ সাতটি জাব ভৰ্তি কৰিয়া লও। প্ৰমাণ কৰিয়া দেখান যাইবে জাব গুলি খালি নহে ইহাদেৰ ভিতৰ অক্সিজেন গ্যাস আছে।

একটি জাবৰ মথ খুলিয়া শুকিয়া দেখ ইহাৰ গন্ধ নাই। দেখিয়াই বুঝিত পাবা যায় ইহাৰ বৰ্ণও নাই। একটা জলন্ত কাঠি আৰু একটা জাবৰ ভিতৰ প্ৰবেশ কৰাইয়া দিলে দেখা যাইবে জলন্ত কাঠিটি অধিক উজ্জ্বল হইয়া জলিতেছে, অথচ ভিতৰেৰ পদার্থটি জলিতেছে না। ইহাতে বুঝা যায় অক্সিজেন নিজে জলে না বাটে কিন্তু ইহা প্ৰজ্বলন পোষক।

অক্সিজেন বায়ু অপেক্ষা ভাবী বলিয়া ইহাকে একটা জাব হইতে অপৰ জাবে জলেৰ মত ঢালিতে পাবা যায়। একটা শূণ্য জাব লইয়া তাহাতে একটা অক্সিজেন পূৰ্ণ জাব উপুড় কৰিয়া ধৰ। পৰে প্ৰথম জাবটিতে জলন্ত কাঠি ধৰ। দেখিবে কাঠিটি উজ্জ্বলভাবে জলিতেছে। অথচ যে জাবটি উপুড় কৰা হইয়াছিল তাহাৰ ভিতৰ কাঠিটি ধৰিলে বিশেষ পৰিবৰ্তন লক্ষ্য কৰা যাইবে না।

অক্সিজেন জলে দ্ৰবীভূত হয় না বলিলেই চলে। তাহা না হইলে ইহাকে

জলেব মধ্য দিয়া সংগ্রহ করা দুকহ হইত। কেবলমাত্র অক্সিজেন গ্যাসে জীবগণ বাঁচিয়া থাকিতে পারে। ইহা এত অধিক ক্রিয়াশীল যে দুই একটি ছাড়া প্রায় সকল প্রকার মূল পদার্থের সহিত যুক্ত হইয়া ইহা নানা প্রকার যৌগিক সৃষ্টি করে। অক্সিজেন ঘটিত মূল পদার্থের যৌগিক সমূহ অক্সাইড (Oxides) নামে খ্যাত।

মনোশোণিত বোঁগীদিগকে কিছুক্ষণ বাঁচাইয়া বাঁথিবাব জন্ত অক্সিজেন প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। ধাতু গলাইবাব জন্ত হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাসের সংযোগে এক প্রকার শিখা প্রস্তুত করিবাব জন্ত ইহা ব্যবহৃত হয়। অধুনা তড়িৎ শক্তি সাহায্যে ধাতব দ্রব্য গলান হয়।

নাইট্রোজেন

পূর্বে জানিয়াছি বায়ুমণ্ডলের শতকরা ৭৭.১৬ ভাগ নাইট্রোজেন (Nitrogen)। নোন প্রকারে বায়ুর অল্প উপাদানগুলিকে সবাইয়া লইতে পাবিলে নাইট্রোজেন পড়িয়া থাকিবে। বাতি জ্বালাইয়া, ম্যাগনেসিয়াম, দক্ষিণাস, গন্ধক প্রভৃতি পড়াইয়া বিক্রেপ অক্সিজেন সবাইয়া লইতে পাবা যায় তাহা পূর্ববর্তী কয়েকটি পরীক্ষা হইতে জানিয়াছি। এইরূপে পদিত্যক্ত নাইট্রোজেনে জলীয় বাষ্প থাকিতে পারে। কাজেই এইরূপ নাইট্রোজেন যদি নিজলা সালফিউরিক অ্যাসিডের (Sulphuric acid) মধ্য দিয়া লইয়া যাওয়া হয় তবে ইহাব জলীয় বাষ্পকে সালফিউরিক অ্যাসিড শোষণ করিয়া লইতে পারে। ক্রমে অল্পাল্প পদার্থগুলিরে ও পৃথক করিতে হয়।

বসায়নাগারে অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট (Ammonium nitrite) নামক পদার্থের গবন করিলে যে গ্যাসীয় পদার্থ উঠা হইতে গ্যাসরূপে নির্গত হইয়া যায় তাহাই নাইট্রোজেন। অক্সিজেন প্রস্তুত করিতে যে সকল যন্ত্রের ব্যবস্থা করা হইয়াছিল ইহাতেও তাহাই করিলে চলিবে। পরীক্ষানলে পটাশিয়াম ক্লোরেট এবং ম্যাগ্নানিজ ডাই-অক্সাইডের মিশ্রণ না লইয়া অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট লইতে হয়।

নাইট্রোজেন বর্ণহীন, গন্ধহীন, স্বাদহীন, স্বচ্ছ, গ্যাসীয় পদার্থ। ইহা নিজেও জলে না বিংবা প্রজ্বলন পোষকও নহে। ইহাব ভিত্তব কোন প্রাণী বাখিলে দমবন্ধ হইয়া শীঘ্রই মৰিয়া যায়। ইহা অত্যন্ত নিষ্ক্ৰিয় পদার্থ সহজে কাহাবও সহিত যুক্ত হয় না। ইহা জলে সামান্য পৰিমাণে দ্রব হয়।

সাধাবণ অবস্থায় মানুষ কেবলমাত্র অক্সিজেন গ্রহণ কৰিলে স্তম্ভ থাকিতে পালে না। নাইট্রোজেন ইহাব সহিত মিশ্ৰিত থাকায় আমাদেব নিঃশ্বাস প্রস্থাসেব সুবিধা হয়।

কাৰ্ব'নডাই অক্সাইড

বাগব সহিত অল্প পৰিমাণে কাৰ্ব'নডাই অক্সাইড পাওয়া যায়। সনগ্র বায়ু মণ্ডলেব ণতকবা '০৪ ভাগ কাৰ্ব'নডাই অক্সাইড। জীবগণেব শ্বাস ত্যাগ কালে এই গ্যাস নিৰ্গত হয়। কাঠ, কযলা, চুন প্রস্তুত কৰিবাব সময় বৃষ্টিং, মাৰ্বেল পাথৰ অথবা চাখডি পোডাইলেও এই গ্যাস পাওয়া যায়। বায়ুতে কাৰ্ব'ন ডাইঅক্সাইডেব অস্তিত্ব কিকপে প্রমাণ কৰিতে পাবা যায় তাহা বায়ুব উপাদান কালে জানিয়াছ।

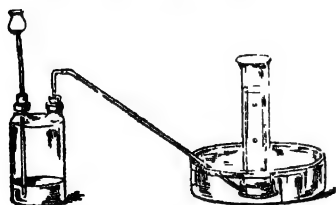
পৰীক্ষাণেব চাখডি বা মাৰ্বেল পাথৰেব উপৰ হাইড্রোক্লোৰিক অ্যাসিড (Hydrochloric acid) ঢালিয়া এই গ্যাস প্রস্তুত কৰা হয়। একটি চেপ্টা তলা বিশিষ্ট কাচ বৃপীতে (Flask) কিছু চাখডি বা মাৰ্বেল পাথৰেব থও লইয়া কাচ বৃপীৰ মুখটি ছিপি দ্বাবা বন্ধ কৰ। এই ছিপিব মধ্য দিয়া একটি দীৰ্ঘনাল ফানেল (Thistle funnel) ও একটি বাবান সক কাচনল প্রবেশ কৰাইতে হইবে। ফানেলেব ডাটটি যেন চাখডি বা মাৰ্বেলেব উপৰ আসিয়া ঠেকে। কিন্তু কাচনলটি যেন মাত্র ছিপিব নিচেই শেষ হয়। এই বাকা কাচ নলেব অপব প্রাস্ত অক্সিজেন প্রস্তুত কৰিবাব যন্ত্ৰেব মত ব্যবস্থায় বাখিতে হইবে। এইবাব ফানেলেব ভিতৰ দিয়া হাইড্রোক্লোৰিক অ্যাসিড ঢালিয়া দিলে অল্প নল দিয়া কাৰ্ব'নডাই অক্সাইড গ্যাস জাবে গিয়া উঠিবে। কযেকটি জাব এইকপে কাৰ্ব'ন-ডাইঅক্সাইড গ্যাস পূৰ্ণ কৰিয়া ইহাব গুণাবলী পৰীক্ষা কৰিবাব জন্ত বাখ।

কার্বনডাই অক্সাইড বর্ণহীন গ্যাসীয় পদার্থ বটে কিন্তু ইহাব অল্প গন্ধ ও অল্প স্বাদ আছে। কার্বনডাই অক্সাইড পূর্ণ জাবে জলন্ত কাঠি নিভিয়া যায় অথচ ঐ গ্যাস নিজে জলে না। চুনের জলে কার্বনডাই অক্সাইড দিলে উভয়েব সংযোগে চা-খড়ি হয় বলিয়া চুনের জল ঘোলাটে হইয়া যায়। ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী বলিয়া ইহাকে জলের গ্ৰাষ এক পাত্র হইতে অগ্ৰ পাত্রে ঢালা যায়। এইরূপ ভারী বলিয়া মানুষেব বাস গৃহে বায়ু চলাচলেব বিশেষ ব্যবস্থা বাখা দবকাব, নতুবা মানুষেব নিঃশ্বাস হইতে নির্গত হইয়া নিচে জমিয়া এই গ্যাস ঘবেব বায়ুকে দূষিত কবিয়া বিপদেব কাবণ হব, একটি বন্ধ পাত্রে জীবন্ত একটি ইঁদুব বাখিয়া দিলে বিচুক্ষণ পবে ইহা মবণাপন্ন হইয়া পড়ে। কাবণ আব কিছু নহে উহা পাত্রেব অক্সিজেন প্রাশ্বাসবায়ুতে টানিয়া লইয়া নিঃশ্বাসেব সহিত কাবনডাইঅক্সাইড ত্যাগ কবিয়াছে। ফলে পাত্রে কাবনডাইঅক্সাইড জমিয়া উহাকে ঐরূপ কবিয়াছে। ইহা জলে দ্রব হয়। আমবা সে ‘সোডা ওয়াটাৰ’ খাই তাহা কাবনডাই অক্সাইড মিশ্রিত জল ভিন্ন আব কিছু নহে।

সোডা ওয়াটাৰ প্রস্তুত কবিবাব জন্ত এবং আগুন নিভাইবাব যন্ত্ৰে ইহা প্রচুব পৰিমাণে ব্যবহৃত হয়। কাপড কাঁচা সোডা প্রস্তুত কবিত্তেও ইহা ন্যগষ্ট পৰিমাণে ব্যবহৃত হয়।

হাইড্রোজেন

এইবাব তোমাদিগকে হাইড্রোজেন (Hydrogen) গ্যাসেব কথা বলিতেছি।



১৬নং চিত্র—হাইড্রোজেন বায়ুর নিঃসরণ

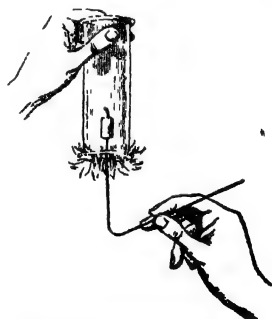
(১৬ নং চিত্র)। উহাব এক মুখে ছিপিব মধ্য দিয়া একটি সরু লম্বা নল বিশিষ্ট

এই গ্যাস জলেব অগ্ৰতম উপাদান বলিয়া ইহাব এইরূপ নাম দেওয়া হইয়াছে। ইহা কিকপে প্রস্তুত হয় এবং ইহাব গুণ কি দেখ।

ছইটি মুখ-বিশিষ্ট একটি কাচেব বোতল (Woulf's bottle) লও

ফানেল একপভাবে বসাইয়া দাও, যেন এই নলটির নিয়ন্ত্রান্ত প্রায় বোতলের তলদেশ পর্যন্ত যায়। বোতলের অপব মুখ দিয়া কতকগুলি দস্তাব টুকরা ফেলিয়া একটি ছিদ্রযুক্ত ছিপি দ্বারা ঐ মুখও আঁটিয়া দাও। এই ছিপির ছিদ্রে আব একটি বন্ধ কাচনলের একপ্রান্ত একপে প্রবেশ কবাও যেন, এই প্রান্ত বোতলের ভিতরে বেশী নিচে না যায়। বাকী নলটির অপবপ্রান্ত একটি গ্যাস-দ্রোণী (Pneumatic trough) জলের মধ্যে ডুবাইয়া রাখ। ফানেল দিয়া জলমিশ্রিত কিছু সান্ফিউবিক অ্যাসিড ঢালিয়া দাও। দস্তাব উপর অ্যাসিডের বাসায়নিক ক্রিয়া হওয়ায় এক প্রকাব গ্যাসীয়পদার্থ বাকী নলের ভিতর দিয়া আসিয়া গামলাব জলের ভিতর বৃদ্ধ আকাবে বাহিব হইবে। ইহাই হাইড্রোজেন বায়ু। একটি পবীক্ষানল জলপূর্ণ কবিয়া গামলাব ভিতর উপুড় কবিয়া বসাইয়া তাহা এই বায়ু দ্বারা পূর্ণ কব। পরে ঐ পবীক্ষা-নলটির মুখ আঙ্গুল দিয়া বন্ধ কবিয়া কিছু দূরে একটি আলোব নিকটে ধব। ইহাতে সামান্য বিস্ফোবণ শব্দ কবিয়া হাইড্রোজেন জলিয়া উঠিবে। হাইড্রোজেন বাতাসেব সঙ্গে মিশিয়া বিস্ফোবক গ্যাস প্রস্তুত কবে। স্ততবাং হাইড্রোজেন প্রস্তুতকালে

তাহাব নিকটে উন্নুক্ত দীপশিখা রাখা উচিত নয। অ্যাসিড ঢালিবাব পর কিছুক্ষণ অপেক্ষা কবিলে বোতলের সমস্ত বায়ু হাইড্রোজেনেব সতিত বাতিব হইয়া যাইবে। তাহাব পর হাইড্রোজেন বায়ু সংগ্রহ কবা নিবাপদ। একটি জলপূর্ণ কাচেব জাব (Gas-jar) গ্যাসদ্রোণীব গ্যাস নিঃসরণকাবী নলের উপর উপুড় কবিয়া বসাও এবং উহাকে হাইড্রোজেন গ্যাস পূর্ণ কবিয়া গামলাব ভিতর সবাইয়া রাখ। এইরূপে



১৭নং চিত্র—হাইড্রোজেনের জলন

আবও কয়েকটি জাব বা বড বোতল হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ কব।

হাইড্রোজেন পূর্ণ একটি জাব জলের গামলা হইতে মুখ নিচু রাখিয়াই বাহিব

বব। একটি বাকান তাবেব উপব জলন্ত বাতি বসাইয়া ঐ জাবেব ভিতব প্রবেশ কবাইয়া দিলে (১৭ নং চিত্র) দেখিবে যে, উহা তৎক্ষণাৎ নিভিয়া গিয়াছে, কিন্তু জাবেব মুখে হাইড্রোজেন বায়ু ঈষৎ নীল বর্ণেব শিখা উৎপন্ন কৰিয়া জলিতেছে। এই পৰীক্ষা দ্বাৰা বুঝা যায় যে হাইড্রোজেন বায়ু অক্সিজেনেৰ ত্ৰায দহন কাৰ্য্যে সহায়তা কৰে না, কিন্তু নিজে একটি সহজদাহ পদাৰ্থ।

হাইড্রোজেন গ্যাস জলিয়া কোন্ পদাৰ্থ উৎপন্ন কৰে? পূৰ্ব-বৰ্ণিত বোতলটিৰ সহিত হাইড্রোজেন গ্যাস নিঃসৰণকাৰী যে বক্স নলটি লাগান আছে, তাহাব পৰিবৰ্তে একটি ক্ষুদ্ৰমুখ-বিশিষ্ট সোজা বাচনল লাগাইবা দাও। বোতলেব ভিতবেব সমস্ত গ্যাস যখন বাহিৰ হইয়া যাইবে, তখন সৰল নলৈব মুখে হাইড্রোজেন জ্বলাইয়া উহাব নীলাভ শিখাব উপব একটি শীতল কাচৰ গ্লাস উপ্ৰ কৰিয়া ব, কিছুক্ষণ পৰে দেখিবে গ্লাসেব ভিতবেব গায়ে জলকণা জমিয়াছে। জাবেব হাইড্রোজেন বায়ুস্থ অক্সিজেনেব সতিও পুৰিযা এই জল সৃষ্টি কৰিছে। অতএব জল, অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন সংযোগে উৎপন্ন হোৱািব।

হাইড্রোজেন সাধাৰণ বায়ু অপেক্ষা লঘু। মানবা বত প্ৰকাৰেব গ্যাসীৰ ঘনত্ব জানি তন্মধ্যে ইহাই সবাপেক্ষা হাল। একটি বায়ুপূৰ্ণ বোতলেব মুখ নিচু কৰিয়া



১৮নং চিত্র—হাইড্রোজেন

ধৰ পৰে একটি হাইড্রোজেনপূৰ্ণ বোতলেব মুখ উপবেব বোতলেব মুখেব সহিত লাগাইবা ১৮ নং চিত্ৰ প্ৰদৰ্শিতভাৱে কাং কৰিয়া ব। হাইড্রোজেন লঘু বলিয়া উপৰ দিক উঠিয়া উপবেব বোতলেব দাঁতীয়া জন্তিত থাকিব। বাহিৰেব বায়ু আসিয়া নিচেব বোতলেব শূন্য স্থান পূৰ্ণ কৰিব। কিছুক্ষণ পৰে একটি জলন্ত কাঠি নিচেব বোতলে ধৰিলে উহা আব নিভিয়া যাইবে না, কিন্তু কাঠিটি

উপবেব বোতলেব মুখে ধৰিলে তৎক্ষণাৎ নিভিয়া যাইবে এবং বোতলেব মুখে

ঐ গ্যাস জলিতে থাকিবে। ববাবেব বেলুনেব মধ্যে হাইড্রোজেন গ্যাস পুৰিয়া তাহাব মুখ বাঁধিবা ছাড়াই দিলে বেলুনটি সহজেই শূন্তে উঠিতে থাকে, হাইড্রোজেন হাৰ্কা বলিয়াই একপ হয়। সাবান-গোলা জলে হাইড্রোজেন নিঃসবণকাবী বক্ৰ নলটি ডুবাইলে হাইড্রোজেনে পূৰ্ণ সাবানেব বুদ্ধদণ্ডলি বেলুনেব মতই উডিতে থাকিবে।

সুতবাং দেখা গেল হাইড্রোজেন বর্ণ বিহীন ও গন্ধহীন গ্যাসীয় পদার্থ। ইহা দহন কার্যে সহায়তা কবে না, কিন্তু নিজে দাহ, ইহা অক্সিজেনেব সহিত পুড়িয়া জল উৎপন্ন কবে। ইহা যাবতীয় পদার্থ হইতে লঘু।

সংক্ষেপ ঃ—অক্সিজেন বর্ণ, স্বাদ, গন্ধহীন, স্বচ্ছ, গ্যাসীয় পদার্থ, প্রজ্বলন পোষক কিন্তু দাহ নহে, জলে দ্রাব্য নহে। নিঃস্বাসে আমরা ইহা টানিয়া বাঁচিয়া থাকি। চার্বিভাগ পটাশিয়াম ক্লোৰেট ও এক ভাগ ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড শক্ত পৰীক্ষানলে উত্তপ্ত কৰিয়া এই পদার্থ পাওয়া যায়।

বায়ু হইতে অক্সিজেন উৎপাদন সৰ্বাধিবা লইয়া হাইড্রোজেন পৰিতাক্ত হইতে পারে। যানোনিয়াম নাইট্রাইট উত্তপ্ত কৰিলে গ্যাসীয় পদার্থৰূপে ইহা উৎপত্ত হইয়া থাকে।

হাইড্রোজেন বর্ণ স্বাদ, গন্ধহীন, স্বচ্ছ, গ্যাস, দাহ্য বা প্রজ্বলন পোষক নহে। ইহাতে প্রাণী বাঁচে না। সামান্য পরিমাণে তলে দ্রব হইতে পারে। ইহা অত্যন্ত নিক্ৰিয়।

চা-থড়ি বা মার্বেল পাথরে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢালিয়া কার্বনডাই অক্সাইড গ্যাস পাওয়া যায়। ইহা বর্ণহীন গ্যাসীয় পদার্থ। ইহাব অল্প গন্ধ ও অল্পস্বাদ আছে। ইহা দাহ্য বা প্রজ্বলন পোষক নহে। ইহাতে ভীষণ বাঁচিতে পাবে না। ইহা চুনেব জল ঘোলাটে করিয়া দেয়। বায়ু অপেক্ষা ভারী বলিয়া ইহাকে জলেব স্তায় এক পাত্র হইতে অল্প পাত্রে ঢালিতে পারা যায়।

দস্তাব টুকবাব উপব জলমিশ্রিত সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালিলে ইহা হইতে হাইড্রোজেন বাহিব হয়। ইহা বর্ণ, স্বাদ, গন্ধহীন, গ্যাস, দাহ্য কিন্তু প্রজ্বলন পোষক নয়। ইহা সকল প্রকাৰ গ্যাসীয় পদার্থেব মবে লঘুতম। ইহা জলে দ্রব হয় না।

অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, কার্বন ডাই অক্সাইড ও হাইড্রোজেনের তুলনা

০০

বিজ্ঞান-প্রসারন বিভাগ

অক্সিজেন	নাইট্রোজেন	কার্বন ডাই অক্সাইড	হাইড্রোজেন
১। বায়ু শতকরা ২০.৬০ অংশ অক্সিজেন	বায়ুর শতকরা ৭৭.১৬ অংশ নাইট্রোজেন	বায়ু শতকরা ০.০৪ অংশ কার্বন ডাই অক্সাইড	বায়ুতে নাই
২। পটাসিয়াম ক্লোরেট ও ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড উত্তপ্ত করিয়া প্রস্তুত হয়	আমোনিয়াম নাইট্রাইট উত্তপ্ত করিয়া প্রস্তুত করা হয়	মারবেল পাথকে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢালিয়া প্রস্তুত হয়	দস্তায় সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালিয়া প্রস্তুত করা হয়
৩। বর্ণ, স্বাদ, গন্ধহীন গ্যাস	বর্ণ, স্বাদ, গন্ধহীন গ্যাস	বর্ণহীন, অল্প অম্লস্বাদযুক্ত ও অল্প গন্ধযুক্ত গ্যাস	বর্ণ, স্বাদ, গন্ধহীন গ্যাস
৪। জলে অল্প দ্রব হয়	জলে অল্প দ্রব হয়	জলে দ্রব হয়	জলে অল্প দ্রব হয়
৫। বায়ু অপেক্ষা ভারী	বায়ু অপেক্ষা লঘু	বায়ু অপেক্ষা বেশ ভারী	লঘুতম গ্যাস
৬। দহন সহায়ক কিন্তু দাহ্য নয়	দহন সহায়ক নয়, দাহ্যও নয়	দহন সহায়ক নহে, দাহ্যও নহে	দহন সহায়ক নয় কিন্তু দাহ্য
৭। স্বাসকার্যেব সহায়ক	স্বাসকার্যেব পোষকভাবে সহায়ক	স্বাসকার্যেব সহায়ক নয়	স্বাসকার্যেব সহায়ক নয়
৮। চুনেব জন ঘোলা করে না	চুনেব জন ঘোলা করে না	চুনেব জন ঘোলা করে	চুনেব জন ঘোলা করে না

পঞ্চম প্রশ্নমালা

১। অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, কার্বন ডাইঅক্সাইড বা হাইড্রোজেন প্রস্তুত প্রণালী ও উহার গুণাবলী বিস্তৃতভাবে লিখ। উহা আমাদের কি কি প্রধান ব্যবহারে আসে লিখ। (Describe experiments by which Oxygen, Nitrogen, Carbon-dioxide or Hydrogen may be prepared, state its properties and uses)

২। তিনটি জারে যথাক্রমে হাইড্রোজেন, কার্বনডাইঅক্সাইড ও নাইট্রোজেন আছে। কিরূপে তাহাদের কোনটিতে কি আছে বুঝিতে পারিবে বল। (How can you detect Hydrogen, Carbon dioxide and Nitrogen, each of which is kept in a separate bottle?)

৩। খেলনা'র বেগুনে কি গ্যাস পুরিলে উহা'র অধিক উচ্চে উঠিতে পারে লিখ। (Which gas being introduced into toy balloons raises it high up?)

৪। একটি বদ্ধ পাত্রে একটি জীবন্ত ইঁদুর রাখিয়া দিলে কি ঘটে লিখ ও তাহার রাসায়নিক কারণ লিখ। (Explain chemically what happens when a mouse is put in a closed jar?) [কঃ বিঃ ১৯৪১]

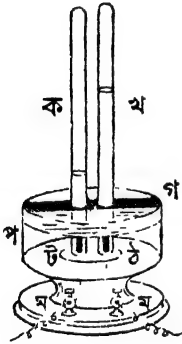
৫। কার্বনডাইঅক্সাইড সম্বন্ধে যাহা জান লিখ। শুষ্ক বরফ ক'হাকে বলে? (Write all you know about Carbon dioxide What is dry ice?) [কঃ বিঃ ১৯৪১]

ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ

জলের উপাদান, স্বভাবজ ও বাতাসিত জল, মূত্র ও
খর জল

জলের উপাদান

তোমরা দেখিয়াছ, হাইড্রোজেন দাহ পদার্থ ও বায়ুতে উত্তীর্ণ জ্বালিলে জলকণা
উৎপন্ন হয়। পূর্বের পরীক্ষায় ইহাও প্রমাণিত হইয়াছে যে, কোন বস্তু জলিবাব
সময় উহা বায়ুস্থ অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হয়। অতএব হাইড্রোজেনও প্রজলনবালে
অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় এবং জলের সৃষ্টি করে
সুতরাং হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন জলের দুইটি
উপাদান।



১৯নং চিত্র- জল বিশ্লেষণ

বিশেষণ দ্বারাও জলের উপাদান ও তাহাদের
পরিমাণ বাতীত বলা যায়। ১৯নং চিত্রে যে কাচের
পাত্র দেখিতেছ, উহাও তলাব দুইটি ছিদ্র আছে।
এ ছিদ্রপথে দুইটি তানার তাব গালা দিয়া আঁটা
আছে। তানার তাব দুইটির যে প্রান্তদ্বয় পাত্রের
ভিতর বহির্গত, তাহাদের প্রতিটি প্যাটিনাম্ নামক
পাত্ৰ দুইটি পাত্র লাগান আছে। পাত্রটির ভিতরে
জল ঢালিয়া প্রায় পূর্ণ কর। বিশুদ্ধ জল তড়িদন্তুবক
বলিয়া কয়েক ফোটা সালফিউরিক অ্যাসিড্ এই জলে ঢালিয়া দাও। তবে দুইটি
সমানতন একমুখ বন্ধ কাচনল জলে পূর্ণ করিয়া প্যাটিনাম্ পাত্ৰ দুইটির উপর
উল্টাইয়া বসায়। এক্ষণে তাবের বাহির্গত প্রান্ত, দুই বা ততোধিক তড়িৎ-
সেলযুক্ত ব্যাটারীর প্রান্তদ্বয়ে সংযুক্ত কর। তড়িৎ-প্রবাহ আবস্ত হইলে
দেখিবে, দুইটি প্যাটিনাম্ পাত্ৰ হইতেই বৃদ্ধুদ উঠিতেছে এবং নল দুইটির ভিতরে
জমিতেছে। ১৫১০ মিনিট পবে দেখিবে যে, একটি নলে যত গ্যাস সঞ্চিত

হইয়াছে, অপব নলে প্রায় তাঁহাব দ্বিগুণ গ্যাস জমিয়াছে। কম গ্যাসপূর্ণ নলটিব ভিতবে একটি নির্বাপিত প্রায় অলস্ত বাটি ফেলিয়া দিলে, উহা উজ্জলভাবে জলিতে থাকিবে, অতএব ইহা অক্সিজেন। অপব নলটি একটি দীপশিখাব নিকট লইবা গেলে তন্মধ্যস্থ গ্যাস জলিয়া উঠে, অতএব উহা হাইড্রোজেন। স্নতবাং তডিং-প্রবাহকালে পাত্রেব জল বিশ্লিষ্ট হওয়ায় অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন পাওয়া যায় এবং হাইড্রোজেনেব পবিমাণ অক্সিজেনেব পবিমাণেব দ্বিগুণ।

পবিমাণে দুইভাগ হাইড্রোজেন ও একভাগ অক্সিজেন দ্বাবা একটি সোডা ওয়াটারেন বোতল পূর্ণ কবিয়া উহাব মূখটি একটি জলস্ত বাতিব শিখাব বাঁছে ধব। তৎক্ষণাৎ একটি ভীষণ শব্দ উৎপন্ন হইয়া গ্যাস দুইটি সংযুক্ত হইবে ও জল উৎপন্ন কবিবে।

স্বভাবজ জল

ভূপৃষ্ঠেব প্রায় ৩ অংশ জলে পূর্ণ এবং সমুদ্র, নদনদী, প্রস্রবণ প্রভৃতি নানা আকারেব জলবাশি দেখিতে পাওয়া যায়, অবশ্য সব জলই সুপেয় নহ। কোনটি অত্যন্ত লবণাক্ত, কোনটি কষায় বা অত্যপ্রকার স্বাদযুক্ত। দেখিতেও কোনটি বা ধোলা, কোনটি বা স্বচ্ছ। জলে দ্রবীভূত ও ভাসমান বস্তু পদার্থেব জন্তই উহাদেব একপ পার্থক্য লক্ষিত হয়। বস্তুত, প্রকৃতিতে একেবারেব বিশুদ্ধ জল পাওয়া অসম্ভব।

বৃষ্টিব জল—প্রাকৃতিক জলেব মধ্যে বৃষ্টিব জল সবাপেক্ষা বিশুদ্ধ। তোমাবা পূর্বেই জানিবাছ সমুদ্রেব জল বাষ্পীভূত হইয়া উপবে উঠে এবং পুনর্বাষ ঘনীভূত হইয়া মেঘ ও পবে বৃষ্টিতে পরিণত হয়। এই প্রাকৃতিক পাতন-প্রক্রিয়াব ফলে বৃষ্টিব জল বিশুদ্ধ হইবাবই কথা, কিন্তু বায়ুমণ্ডলেব ভিতব দিয়া বৃষ্টিব জল পড়িবাব সময় বায়ুব কার্বন-ডাইঅক্সাইড উহাতে দ্রবীভূত হয় এবং বায়ুতে ভাসমান ধূলিকণা প্রভৃতিও উহাতে মিশ্রিত হয়। এইজন্য বৃষ্টিব জলকেও সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ বলা চলে না। পল্লীগ্রামে অনেকে বৃষ্টিব সমগ্র

উন্মুক্ত প্ৰাক্ষনে একটো পৰিষ্কাৰ চাদৰ খাটাইয়া এবং তাহাৰ নিচে একটো কলনী বসাইয়া বুষ্টিৰ জল সংগ্ৰহ কৰেন। প্ৰথম বুষ্টিৰ জল ত্যাগ কৰিয়া, অল্পক্ষণ পৰে বুষ্টিৰ জল ধৰিলে অনেকটা বিশুদ্ধ জল পাওঁ যায। কাৰ্বন-ডাইঅক্সাইডযুক্ত বুষ্টি-জলে বহু ভূমিজ পদাৰ্থ দ্ৰব হয়।

প্ৰস্ৰবণ ও কূপেৰ জল—কূপ ও বাৰণাব জল বিশুদ্ধতায় বুষ্টিৰ জলেৰ পৰে ধৰা যাইতে পাৰে। এই জল মাটিৰ নানা স্তৰ ভেদ কৰিয়া আসে বলিয়া উহাতে ভাসমান ময়লাগুলি থাকিতে পাৰে না, কিন্তু ইহাতে লবণজাতীয় খনিজপদাৰ্থ যথা, ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, পটাসিয়াম, সোডিয়াম, লৌহ প্ৰভৃতি ধাতুসকলেৰ যৌগিক পদাৰ্থ দ্ৰবীভূত অবস্থায় থাকে। সেইজন্য ইহাৰ স্বাদ সাধাৰণত একটু কটু হইলেও স্বাস্থ্যেৰ পক্ষে উপকাৰী।

নদীৰ জল—নদীৰ জল সাধাৰণত ঘোলা। বুষ্টিৰ জল মাটিতে পড়িয়া গড়াইয়া বাটবাব সময় ধূলা, বালি, মাটি 'ও নানাবিধ জৈব পদাৰ্থ' ভাসমান অবস্থায় সঞ্চে লইয়া নদীতে পতিত হয়। তাহা ছাড়া লবণ ও লবণজাতীয় পদাৰ্থও নদীৰ জলে দ্ৰব থাকে। নদীৰ জল পানীয়ৰূপে ব্যবহাৰ কৰিতে হইলে ফুটাইয়া ও পৰে ছাঁকিয়া লওঁ উচিত।

সমুদ্ৰ-জল—সমুদ্ৰ-জল অতিশয় লবণাক্ত এবং পানেৰ অন্তৰ্গণ্য। বহু নদ-নদী শেষে সমুদ্ৰে যাইয়া পতিত হয় বলিয়া সমুদ্ৰে দ্ৰবীভূত লবণ জাতীয় পদাৰ্থেৰ পৰিমাণ সৰ্বাপেক্ষা অধিক।

বাতাসিত জল

বিশুদ্ধ জল স্বাদহীন। কিন্তু প্ৰকৃতিৰ ভাণ্ডাৰে বিশুদ্ধ জল একেবাৰে পাওঁ যায না বলিলেই চলে। এমন কি বুষ্টিৰ জল যাহা পাতিত জলেৰ জ্বাৰ বিশুদ্ধ, তাহাও পৃথিবীৰ বকে পড়িবাব সময় বায়ুমণ্ডলস্থ ধূলিকণা, অক্সিজেন ও কাৰ্বন-ডাইঅক্সাইড দ্ৰবীভূত কৰিয়া আনে। নানা প্ৰকাৰ পদাৰ্থ

জলে মিশ্রিত থাকে বলিয়া জলের আমবা কিছু না কিছু স্বাদ পাই। জল ফুটাইয়া লইলে অনেক দ্রবীভূত বাষ্প উবিষা যায বলিয়া সিদ্ধজল বিস্বাদ লাগে। বুষ্টিব জলের কতকাংশ মাটির ভিতব প্রবেশ কবে। ইহা যতই মাটির ভিতব যায ততই ইহাব সহিত নানা প্রাকাব খনিজ পদার্থ দ্রবীভূত হয়, প্রস্রবণ আকাৰে এই জল যখন বাহিবে আসে তখন ঐ সকল দ্রবীভূত পদার্থেব জন্ত ইহাব স্বাদ পাই। যখন প্রস্রবণেব জলে কোন পদার্থ অধিক পৰিমাণে দ্রবীভূত থাকে এবং তজ্জন্য কোনও একটি বিশেষ স্বাদ পাওয়া যায় তখন ঐ জলকে **খনিজ জল** (Mineral water) বলা হয়। কোন বাষ্প জলে অধিক মাত্রায় দ্রবীভূত থাকিলে তাহাকে **বাতাস্থিত** (Aerated) জল বলা চলে—ইহা নামেব দ্রাবাই বুঝা যায়। কিন্তু আমবা সাধাবগত যে সোডাব জল বা লেমনেড খাই তাহা কাব'ন-ডাইঅক্সাইডনিশ্রিত জল ভিন্ন আব কিছু নহে। অধিক তাপে অধিক পৰিমাণে কাব'ন-ডাইঅক্সাইড জলে দ্রবীভূত কবা থাকে। সাধাবগত হঠাদিগকেই আমবা বাতাস্থিত জল বলি। বোতলে ছিপি খুলিয়া দিলে বোতলেব ভিতব হঠাত জোবে একটি বাষ্প নিগত হইয়া যায বলিয়া বুঝিতে পাবা যায়। ইহাই কাব'ন-ডাইঅক্সাইড, কাব'ন-ডাইঅক্সাইড অধিক মাত্রায় ছিল—চাপ কমিয়া বাওয়ায় বোতল হঠাত কিছু নিগত হইয়া গেল।

জলে বঠিন, তবল ও গ্যাসীয় পদার্থ দ্রবীভূত থাকিলে অনেক সময় সেই জল খাইয়া আমাদেব স্বাস্থ্যোন্নতি হয়। আমবা যখন কোথাও জল হাওয়া পৰিবর্তনে যাই তখন সেগানকাব জলে যে জাতীয় পদার্থ মিশ্রিত থাকিলে আমাদেব শবীবেব পক্ষে ভাল হইবে দেখি, সেখানেই যাই। এমন অনেক স্থানেব জল আছে যাহা ঔষধেব ত্রায় কাযকবী। মুঙ্গেরেব সীতাকুণ্ড, ইউবোপে কাব'নবাড ও মাৰিবনবাডেব জল বাস্তবিকই ঔষধেব ত্রায় উপকাবী। সোডাব জল বা লেমনেড আমাদেব স্বাস্থ্যেব পক্ষে কিরূপ উপকাবী তাহা তোমাদেব কাহাবও অবদিত নাই।

খব ও মৃদু জল

তোমরা বোধ হয় লক্ষ্য করিয়াছ যে, সাবান দিয়া কাপড় পরিষ্কার করিবার সময় কোন জলে বেশ সহজেই ফেনা হয় ও কাপড় শীঘ্র কাটা হয়, আবার কোনও জলে সহজে সাবানের ফেনা হইতে চাহে না, অনেকটা সাবান খরচ হইবার পর সেই জলে ফেনা হয়। কৃপেব জলে সাবান অনেক বেশী লাগে কিন্তু অনেক পুকুরের জলে অল্প সাবান লাগে। যে জলে সাবান গুলিলে বেশ সহজে ফেনা হয়, তাহাকে মৃদু জল (Soft water) বলে এবং যে জলে সহজে ফেনা হয় না, তাহাকে খর জল (Hard water) বলে।

জল একরূপ খব বা মৃদু হইবার কারণ কি? বৃষ্টির জল ভূমির উপর দিয়া আসিবার সময় অনেক পদার্থকেই দ্রব করিয়া সঙ্গে লইয়া আসে। কুয়া, কলণা ও সমুদ্রজলে বহু খনিজ পদার্থ দ্রবীভূত থাকে। নদী বা কুয়ার জল কোনও পাথর লইয়া ঘূটিয়া যখন জল উঠিয়া যায়, তখন পাথর তলার গুঁড়ি গুঁড়ি পদার্থ পকিয়া থাকে। সাধারণত, খব জলে ক্যালসিয়াম-বাইকার্বনেট (Calcium bi-carbonate), ম্যাগনেসিয়াম সালফেট (Magnesium sulphate), ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (Calcium chloride) প্রভৃতি খনিজ পদার্থ থাকে। ইহাভাই সাবানের সহিত যুক্ত হইয়া যায় বলিয়া প্রথম প্রথম জলে ফেনা হইতে দেখে না।

খব জলও আবার দুই প্রকারের দেখা যায়,—অস্থায়ী (Temporary) খব জল ও স্থায়ী (Permanent) খব জল। কেবলমাত্র ঘূটিয়াই যে জলের খবতা দূর হয়, তাহাই অস্থায়ী খব জল। স্থায়ী খব জলের খবতা একপে দূর করা যায় না।

একটু চুনের জল লইয়া তাহাতে ফুঁ দিলে জল শাদা হইয়া যায়। নিঃস্বাসবায়ব কার্বনডাইঅক্সাইড চুনের সহিত মিশ্রিত হইয়া খড়মাটি উৎপন্ন

কৰে, উহাই জলে ভাসমান অবস্থাৰ থাকিয়া জল ঘোলা কৰে। জল স্থিৰ হইলে কিছুক্ষণ পৰে খড়িগুঁড়া ক্ৰমশঃ অদৃশ্য হয়। তাহা হইলে দেখিলে, খড়িমাটি বিশুদ্ধ জলে দ্ৰবণীয় নহা কিন্তু উহা কাৰ্ব'নডাইঅক্সাইড মিশ্ৰিত জলে দ্ৰবীভূত হয়। বাস্তবিক এই খড়িমাটি বা ক্যালসিয়াম কাৰ্ব'নেট কাৰ্ব'নডাই-অক্সাইডেৰ সহিত মিশ্ৰিত হইয়া ক্যালসিয়াম বাইকাৰ্ব'নেট নামক পদাৰ্থে পৰিণত হয়, উহা জলে দ্ৰবণীয়। ক্যালসিয়াম বাইকাৰ্ব'নেট ও ম্যাগনেসিয়াম বাইকাৰ্ব'নেটেৰ উপস্থিতি জলেৰ অস্থায়ী কৰ্শতাৰ কাৰণ। বৃষ্টিপাতকালে বায়ুস্থ কাৰ্ব'নডাইঅক্সাইড বৃষ্টিৰ জলেৰ সহিত মিশ্ৰিত হয় এবং মাটিতে পড়িয়া প্ৰস্ৰবাদিৰ উপৰ দিয়া সাইবাব সময় পাৰ্শবেৰ কিয়দংশ দ্ৰব কৰিয়া ক্যালসিয়াম বাইকাৰ্ব'নেট প্ৰস্তুত কৰে। এইকপ খবজল ফুটাইলে কাৰ্ব'নডাইঅক্সাইড গ্যাস জল হইতে দূৰীভূত হওয়াৰ খড়িমাটি দ্বিতীয় বস্তু আৰু দ্ৰবঅবস্থাৰ থাকে না, নিচ পড়িয়া যায়।

অস্থায়ী খবজলে কিছু চুন মিশাইলেও উহা মুহু হইয়া যায়। কাৰণ, চুনেৰ জল ক্যালসিয়াম বাইকাৰ্ব'নেটেৰ সহিত যুক্ত হইয়া উহাকে ক্যালসিয়াম কাৰ্ব'নেট বা খড়িমাটিতে পৰিণত কৰে এবং ঐ খড়িমাটি পিতাইয়া জলকে মুহু কৰে।

ম্যাগনেসিয়াম সালফেট, ক্যালসিয়াম কোবাইড প্ৰভৃতি খনিজ পদাৰ্থ বিশুদ্ধ জল দ্ৰাব। এইজন্ত ইহাৰা যে জলে দ্ৰবীভূত থাকিয়া উহাকে খব কৰে, সে জল ফুটাইলেও ইহাৰা দ্ৰব অবস্থাৰ থাকে, স্তব্ধতাৰ জলেৰ খবতা দুব হয় না। অতএব ইহাদেৰ উপস্থিতিই জলেৰ স্থায়ী খবতাৰ কাৰণ। জলে কাপডকাচা সোডা বা সাবান দিলে সেই সোডাৰ সহিত ইহাদেৰ বাসায়নিক ক্ৰিয়া হওয়াৰ ম্যাগনেসিয়াম কাৰ্ব'নেট ও ক্যালসিয়াম কাৰ্ব'নেট প্ৰভৃতি উৎপন্ন হয়। এইগুলি জলে অদ্ৰব্য বলিয়া থিতাইয়া পড়িলে জল মুহু হয়। তখন সেই জলে সাবানেৰ যথেষ্ট ফেনা হয়।

এখন তোমৰা বুঝিতে পাবিলে বৃষ্টি-জল কি জন্ত সৰ্বাপেক্ষা মুহু।

সংক্ষেপ :—তড়িৎশক্তি সাহায্যে জল বিশ্লেষণ করিয়া দেখা যায় ইহার উপাদান, দুই ভাগ হাইড্রোজেন ও একভাগ অক্সিজেন। স্বভাবজ জল বিশুদ্ধ নহে, ইহাতে কোন না কোন পদার্থ দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। স্বভাবজ জলের মধ্যে সমুদ্রের জল সর্বাপেক্ষা অশুদ্ধ এবং বৃষ্টির জল সর্বাপেক্ষা বিশুদ্ধ। জলে কোন বায়বীয় পদার্থ দ্রবীভূত থাকিলে সেই জলকে বাতাসিত জল বলা হয়। যে জলে সাবান গুলিলে সহজে ফেনা হয় না তাহাদিগকে খবজল এবং বাহাতে ফেনা হয় তাহাকে মুদ্র জল বলা হয়। খবজল আবার দুই বকর, স্থায়ী ও অস্থায়ী। যে খবজলকে মাত্র ফুটাইয়া লইয়া তাহাতে সাবান গুলিলে সহজে ফেনা পাওয়া যায় তাহাকে অস্থায়ী খবজল বলা হয়। ক্যালসিয়াম বাই-কার্বনেট প্রভৃতি লবণ জাতীয় পদার্থ ভলে দ্রবীভূত থাকিলে জল অস্থায়ী খর হয়, ম্যাগনেসিয়াম সালফেট, ক্যালসিয়াম সোডা প্রভৃতি থাকিলে স্থায়ী খর হয়।

ষষ্ঠ প্রশ্নমালা

১। জলের উপাদান কি কি এবং কিরূপে তাহা স্থির করা যায় বিস্তৃতভাবে লিখ। উপাদানগুলি কি অনুপাতে বর্তমান তাহাও লিখ। (Write in detail what are the constituents of water and how they can be ascertained Write down the percentage composition of water also)

২। বিশুদ্ধতার দিক দিয়া স্বভাবজ কোন জল কোন্ পযায় পড়িবে সাজাইয়া লিখ। (Arrange the water occurring in nature according to their purity)

৩। খনিজ এবং বাতাসিত জল কাহাকে বলে। মুদ্র, স্থায়ী খব ও অস্থায়ী খব জল কাহাকে বলে লিখ। কিজল জলের একপ অবস্থা হয় ও তাহার প্রতিকার কি? (What are mineral water and aerated water? Write when water is called soft, permanent hard and temporary hard What are the causes of hardness and how it can be removed)

৪। কিরূপে খানিকটা স্বচ্ছ জল পাঠিতে পাওয়া যায়? নদীর জল ইহাতে একেবারে বিশুদ্ধ জল কিরূপে পাওয়া যায়? (How will you prepare a sample of (a) clear water and (b) very pure water, from river water?)

[কঃ বিঃ ১৯৪০]

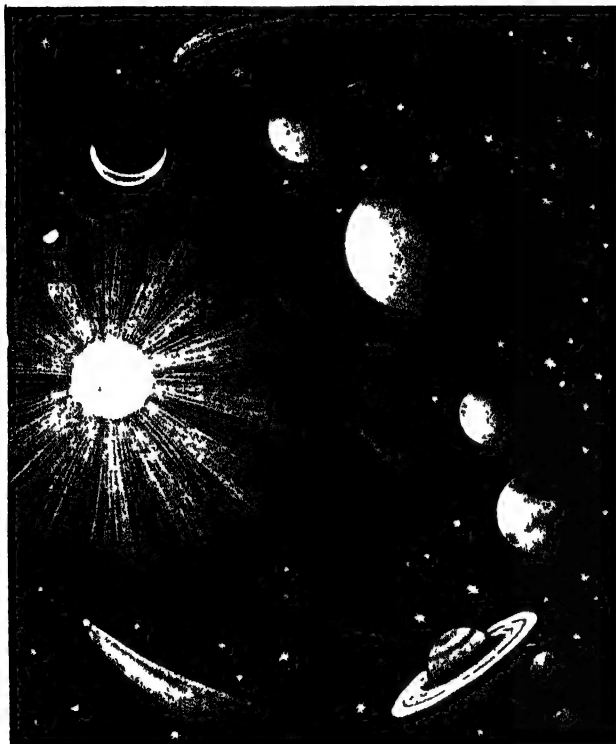
জ্যোতিবিজ্ঞা

প্ৰথম পৰিচ্ছেদ

আকাশ ও জ্যোতিষ্ক

মেঘমুক্ত বাত্ৰিতে খোলা মাঠে, উপৰ দিকে চাহিলে দেখিতে পাই আমাদেব চাৰিদিক ঘেৰিয়া এক নীলবৰ্ণেৰ অসীম গুহুজ, তাহাতে যেন কতকগুলি ক্ষুদ্ৰ ক্ষুদ্ৰ কি জ্বলিতেছে। মনে হয় একাটি নীল চন্দ্ৰাতপে কে যেন কতকগুলি হীৰকথণ্ড বসাইয়া দিবাছে। পালি চোখে ইহাদেব যতগুলি দেখা যায় তাহাদেব সংখ্যা ছয় সাত হাজাৰেৰ অধিক হইবে না, দূৰবীক্ষণ সাহায্যে দেখিলে দেখা যায় ইহাদেব সংখ্যা অত্যধিক, কিন্তু প্ৰকৃত পক্ষে ইহাদেব সংখ্যা তদপেক্ষাও অধিক। ব্ৰহ্মাণ্ডে উহাদেব সংখ্যা নিৰ্ণয় কৰিবাব মত সাধা আমাদেব নাই। আপাত দৃষ্টিতে ইহাদিগকে যত ক্ষুদ্ৰ বলিয়া মনে হয় প্ৰকৃত পক্ষে ইহাবা তত ক্ষুদ্ৰ নহে। তোমবা শুনিয়া আশ্চৰ্য হইবে ইহাদেব এমন এক একাটি আছে যাহাদেব আকাৰ আমাদেব এই পৃথিবীৰ আকাৰ হঠতে বহু লক্ষ গুণ বড। কিন্তু বহুদেব আছে বলিয়া আমাদেব এই দৃষ্টি ভ্ৰম হয়। এই দূৰত্বেৰ পৰিমাণ নিৰ্ণয় কৰাও এক মহাসমস্যাৰ বিষয়। আলোক প্ৰতি সেকেণ্ডে ১৮৬০০০ একশত ছিয়াশি হাজাৰ মাইল গমন কৰে। এক বৎসৰে ইহা কত মাইল যাইবে বাৰণ কৰ, এই দূৰত্বেকে **আলোক বৎসৰ** (Light year) বলে। বস্তুত এক আলোক বৎসৰ বলিতে বুঝায় $১৮৬০০০ \times ৬০ \times ৬০ \times ২৪ \times ৩৬৫$ মাইল = ৫৮৬৫৯৬০০০০০০ মাইল। এমন এক একাটি জ্যোতিষ্ক আছে যাহাদেব নিকট হইতে আমাদেব পৃথিবীৰ দূৰত্ব আলোক বৎসৰ দিয়া প্ৰকাশ কৰিলেও এত বড সংখ্যা হয় যাহা কথায় প্ৰকাশ কৰা অসম্ভব হইয়া পড়ে। এমন কি পণ্ডিতেবা

ইহাও বলেন যে জ্যোতিষ্কগুলিও এক একটি এত দূরে আছে যে পৃথিবীর জন্ম হইতে আজ পর্যন্ত যত কাল গিয়াছে ইহাও মনোও উহাদের নিকট হইতে



১ নং চিত্র

“Heaven declares the glory of God”

আলোক আমাদের পৃথিবীতে আসিয়া পৌছাইতে পাবে নাই। পৃথিবী হইতে

নিকটতম নক্ষত্রটির নাম **প্রক্সিমো সেন্টারি** (Proximo centauri)। ইহা হইতেও আলোক পৃথিবীতে পৌছাইতে সাড়ে চাবি বৎসর লাগে। তবে ভাবিয়া দেখ কিরূপ কল্পাস্তরকব ব্যাপার। জ্যোতির্বিজ্ঞান আমাদিগকে কত যে এইরূপ আপাত অসম্ভব ব্যাপারের বিষয় অবগত হইতে হইবে তাহাব ইয়ত্তা নাই। অনেক সময় নিজেদের এমন কি বিজ্ঞান-বিদগণের গবেষণার সত্যফলকেও বিশ্বাস কবিবার প্রবৃত্তি আসিবে না। অথচ বিচার ও বিবেক দিয়া গণনা কবিলে বুঝা যায় তাহাবা মহাসত্য। এই সকল অসম্ভব ব্যাপার বিশ্বনিয়ন্তাব অনন্ত মহাত্মা অকল্পিত কবিবার সুর্যোগ আমাদের কাছে আনিয়া দেয়।

এই যে অসীম নীল গুহ্বজ বা গোলকার্ধ যাহাব চাবিধাব, আমবা যে সমতলে দাঁড়াইয়া আছি সেই সমতলে আসিয়া ঠেকিয়াছে বলিয়া মনে হয় ইহাকে আমবা **আকাশ** বলিয়া থাকি। আকাশ পৃথিবীকে এক বিশাল চক্রবেথায় স্পর্শ কবিয়া আছে। সেই বেথাই আমাদের দৃষ্টি পথেব সকল দিকের শেষ সীমা বলিয়া ইহাকে **দিগন্ত** বা ক্ষিতিজ (Horizon) বেথা বলা হয়। বস্তুত আকাশ নিছক কল্পনা মাত্র। মহাশূন্য আমাদের চোখে নীলবর্ণের আভা আনিয়া দেয় তাই আমবা আকাশ নীল দেখি। কিন্তু যতই উর্ধ্বে উঠা যাক না কেন আকাশ এমনই আমাদের নাগালের বাহিবে থাকিবেই। প্রকৃত পক্ষে আকাশ বলিয়া কোন পদার্থ নাই। আকাশে যে অসংখ্য আলোকের ফুটকি দেখি তাহাদিগকে আমবা সাধারণত **জ্যোতিষ্ক** বলি। আমাদের পৃথিবীও এমনই একটি জ্যোতিষ্ক। অত্যাশ্রয় জ্যোতিষ্ক হইতে আমবা যত দূরে আছি, পৃথিবী হইতে যদি ঠিক ততদূরে আমবা থাকিতে পাইতাম তাহা হইলে পৃথিবীকেই আমবা একটি ক্ষুদ্র জ্যোতিষ্কের হ্রায় মহাশূন্যে ভাসিতে দেখিতাম।

আকাশে দৃশ্যমান এই ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জ্যোতিষ্কগুলিব মধ্যে কতকগুলি বেশ উজ্জ্বল এবং ইহাদের জ্যোতি স্থিৰ, ইহাদিগকে **গ্রহ** (Planet) বলি, কতকগুলি জ্যোতিষ্ক তত উজ্জ্বল নহে, মিটমিট্ কবিয়া জলে, ইহাদিগকে **নক্ষত্র** (Star) বলি হয়। বিশেষ কুরিয়া লক্ষ্য করিলে দেখিতে পাওয়া যাইবে জ্যোতিষ্কগুলিব

বড় এক বকম নহে। কোনটির আলো লাল, কোনটির হলুদে আবার কোনটির বা শাদা। দূরবীক্ষণ সাহায্যে গ্রহগুলি বৃহত্তর দেখায় কিন্তু নক্ষত্রগুলি যেমন খালি চোখে দেখা যায় দূরবীক্ষণ সাহায্যেও তেমনই দেখায়।

সূর্য একটি বিরাট জ্যোতিষ্ক—ইহা চাৰিদিনে যে সকল গ্রহ মহাকর্ষেব জগ্ৰ ঘূৰিয়া বেড়াইতেছে তাহাৰা সূৰ্যেব গ্রহ। আৰাৰ মহাকর্ষেব জগ্ৰ গ্রহেব চাৰিদিনে যে সকল জ্যোতিষ্ক ঘূৰিয়া বেডায় তাহাদিগকে উক্ত গ্রহেব উপগ্রহ (Satelite) বলে। পৃথিবী সূৰ্যেব একটি গ্রহ এবং চন্দ্র পৃথিবীৰ একটি উপগ্রহ।

নক্ষত্রগুলি সূৰ্যেব গ্ৰায় এক একটি জলন্ত অগ্নিপিণ্ড—অনেক দূৰে থাকে বলিয়া ঐকপ ক্ষুদ্র দেখায়, কিন্তু গ্রহগুলিৰ নিজেব আলোক নাই। ইহাৰা যে জ্যোতিষ্কেব চাৰিদিনে ঘূৰিয়া বেডায় তাহাৰাই আলোক ইহাৰা প্ৰতিফলিত কৰে। সূৰ্যেব আলোক পৃথিবী, মঙ্গল, বুধ প্ৰভৃতি গ্রহগুলিৰ উপৰ প্ৰতিফলিত হয় বলিয়া আমৰা গ্রহগুলিকে উজ্জল দেখি। অতএব ইহা ধাৰণা কৰা যাইতে পাৰে প্ৰত্যেক নক্ষত্ৰেবই সূৰ্যেব গ্ৰায় গ্রহ ঐক উপগ্রহ থাৰ। সম্ভব।

বহুদিন অন্তৰ এক একৰাৰ আৰাশে দীৰ্ঘপুচ্ছবিশিষ্ট ঝাঁটাৰ মুডাব মত জ্যোতিষ্ক দেখা যায়। ইহাদেব পৰিভ্ৰমণ পথ অত্যন্ত অধিক বলিয়া বহু দিন পৰে পৰে দেখা যায়। গ্রহেব বিপৰীত দিকে ইহাদেব গতি। ইহাদিগকে **ধুমকেতু** (Comet) বলে। গ্রহ নক্ষত্ৰ ছাড়া আকাশেব বেখাও কোথাও মেঘেব মত ছেঁড়া ছেঁড়া আলোক সমষ্টি দেখা যায়। ইহাদেব অৰিকাংশই **নীহাৰিকা** (Nebula)। নিৰ্মল আকাশেব এক প্ৰান্ত ইহাতে অপৰ প্ৰান্ত পৰ্যন্ত বৰাবৰ একটি ক্ষীণ শাদা আলোক নিৰ্মিত পথ দেখা যায়। ইহা ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জ্যোতিষ্কেব বিচ্ছূৰিত আলোক ভিন্ন কিছুই নহে। ইহাকে **ছায়াপথ** (Milky way) বলা হয়। কখনও কখনও আকাশে ঝাঁটাৰ আকৃতি বিশিষ্ট জ্যোতিষ্ক গুলিৰ ভগ্ন অংশ সমষ্টি কিছুদিনেব জগ্ৰ দেখা যায়। পৰে ইহাৰা অদৃশ্য হইয়া থাকে এবং হয়ত বলাকাল পৰে আৰাৰ দেখা দেয়। ইহাদিগকে **উজ্জ্বল** (Meteor) বলা হয়।

এক একটি বৃহৎ জ্যোতিষ্কের চাৰিদ্ৰিকে ভ্ৰাম্যমান গ্ৰহ, উপগ্ৰহ ইত্যাদিৰ সমষ্টি লইয়া এক একটি **সৌৰজগৎ** (Solar system)। অনন্ত ব্ৰহ্মাণ্ডে এইৰূপ কত যে সৌৰজগৎ আছে তাহাৰ ইয়ত্না নাই।

নক্ষত্ৰগুলি আকাশেৰ পূৰ্বদিক হইতে পশ্চিমদিকে নিয়ত চলিয়াছে। প্ৰত্যেকেই এক বকন ভাবে চলিয়াছে বলিয়া ইহাদেৰ পৰস্পৰেৰ মध्ये ব্যবধান এবং অবস্থানেৰ কোন পৰিবৰ্তন পৰিলক্ষিত হয় না। ইহাৰ পূৰ্বাকাশে উঠে ও পশ্চিমাকাশে নামিয়া যায়। ইহাদেৰ তথাকথিত উদয়ান্ত লক্ষ্য কৰিলে দেখা যায় যে, যে কোন দুইটি তাৰাৰ উদয়কালেৰ ব্যবধান সকল সময়েই এক। ইহাৰ প্ৰত্যেকেই ২৩ ঘণ্টা ৫৬ মিঃ ৪ সেকেণ্ড মোটামুটি ২৩ ঘণ্টা ৫৬ মিনিট অন্তৰ আকাশে উঠে বা আকাশ হইতে নামিয়া যায়। যদিও ইহাদেৰ উঠিবাব ও নামিবাব ঠিক সময় নিৰ্দেশ কৰা কঠিন তথাপি ইহাদেৰ থ-মধ্য বেথা (Meridian) অতিক্ৰম কৰিবাব সময় ঠিক কৰা যায়। একটি তাৰাৰ পৰ পৰ দুইবাব থ-মধ্য বেথা অতিক্ৰম কৰিবাব সময়েৰ ব্যবধান মোটামুটি ২৩ ঘণ্টা ৫৬ মিনিট। এই সময়কে **নাক্ষত্ৰ দিন** (Sidereal day) বলে। লক্ষ্য কৰিলে ইহাও বসিতে পাবা যায় যে নক্ষত্ৰগুলি ধ্ৰুৱতাবাকৈ কেন্দ্ৰ কৰিয়া তাহাৰ চাৰিদ্ৰিকে ঘূৰিতেছে। বস্তুত ধ্ৰুৱতাবা হইতে পৃথিৱীৰ উত্তৰ মেৰু যোগ কৰিয়া দিলে যে সবল বেথা পাওযা যায় সেই বেথাকে **অক্ষ** (Axis) কৰিয়া পৃথিৱী তাহাৰ চাৰিদ্ৰিকে ঘূৰিতেছে বলিয়া নক্ষত্ৰগুলিকে এইৰূপ ঘূৰিতে দেখা যায়। সূৰ্য ও তাই এইৰূপ ভাবে ঘূৰিতেছে বলিয়া মনে হয়। কাজেই সূৰ্য এবং নক্ষত্ৰেৰ পৰিভ্ৰমণ পথ সমান্তৰাল এবং পৃথিৱীৰ মেৰুদণ্ডেৰ সহিত সমকোণ কৰিয়া আছে।

বতৰ-গুলি নক্ষত্ৰ সকল সময়েই দেখা যাইতে পাৰে। তাহাৰ কাৰণ ধ্ৰুৱ-তাৰাৰ কাছাকাছি বতৰ-গুলি নক্ষত্ৰ পৃথিৱীৰ এই আক্ষিক গতিৰ ফলে কোন স্থানেৰ ক্ষতিজ তলেৰ নিচে কখনই নামিয়া যায় না, কাজেই তাহাদিগকে সকল সময়ে দেখা যাইতে পাৰে।

নক্ষত্ৰগুলিৰ আবৰ্তনেৰ সময় যেমন ২৩ ঘণ্টা ৫৬ মিঃ, সূৰ্যেৰ আবৰ্তনেৰ

সময় কিন্তু পূর্বা ২৪ ঘণ্টা। কাজেই প্রত্যেক দিন সূর্য নক্ষত্রগুলির অন্ত্রপাতে ৪ মিনিটের পথ পিছাইয়া পড়ে, কিন্তু ২৪ ঘণ্টায় ইহা একবার আবর্তন কবে অর্থাৎ 360° ঘূবে। তাহা হইলে ৪ মিনিটে ইহা 1° ঘূরিতে পাবে। অতএব প্রত্যেক দিন 1° কবিয়া সূর্য নক্ষত্রের অন্ত্রপাতে পিছাইয়া পড়ে। তাহা হইলে মোটামুটি এক বৎসবে অর্থাৎ ৩৬০ দিনে ইহা নক্ষত্রের অন্ত্রপাতে একটি সম্পূর্ণ আবর্তন কম কবিবে। তাহা হইলে দেখা গেল আকাশে সূর্যের পূর্ব দিক হইতে পশ্চিম দিকে আনুগত্য গতি ছাড়াও নক্ষত্রের অন্ত্রপাতে ইহাও একটি পশ্চাদগতি আছে তাহাও পৰিমাণ প্রতিদিন 1° এবং ইহা পশ্চিম হইতে পূর্ব দিকে।

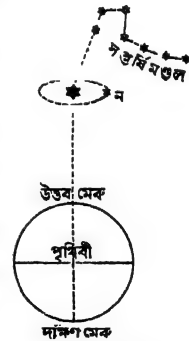
আমরা সাধারণত নক্ষত্র দেখিতে পাই বাত্মিকালে অর্থাৎ সূর্য যে সময়ে ক্ষতিজ তলেব নিচে নামিয়া যায়। ঐ সময়ে সূর্য ক্ষতিজ তলেব যেদিকে থাকে তাহাও বিপরীত দিকে নক্ষত্র দেখা দেয়। সূর্য এবং নক্ষত্রের মধ্যে ব্যবধান প্রত্যেক দিন 1° কবিয়া বাড়িতেছে, এক সময় যদি সূর্য হইতে একটি তাবকাব ব্যবধান 180° থাকে, তবে ছয় মাস পবে সে ব্যবধান আবার থাকিবে না, কারণ ঐ সময়েব মধ্যে আবার 180° ব্যবধান বাড়িয়া 360° হইবে, অর্থাৎ আকাশের যে স্থানে সূর্য সেই স্থানেই ঐ নক্ষত্র থাকিবে, তখন ঐ নক্ষত্রটিকে দেখা যাইবে না। তাহা হইলে প্রত্যেক নক্ষত্রই এইরূপে প্রত্যেক দিন আকাশে ইহাও অবস্থান পৰিবর্তন কবিতোছে। অতএব বৎসবেব বিভিন্ন সময়ে আকাশে বিভিন্ন তাবকা দেখা যাইবে।

বিবাত নীল আকাশেব কোথায় কি গ্রহ নক্ষত্র আছে বা থাকিতে পাবে তাহাও অবস্থান নির্দেশ কবিতো হইলে সমস্ত আকাশেব বিভিন্ন অংশেব সহিত পৰিচয় থাকা আমাদের যেমন প্রয়োজন তেমনই নক্ষত্র গুলীও সহিত পৰিচয় থাকা দরকাৰ। ভূপৃষ্ঠে যেমন গ্রাম, জেলা ইত্যাদি অক্ষাংশ এবং দ্রাঘিমাংশ সাহায্যে নির্দিষ্ট কবা হয়, আকাশেও ঐরূপ কতকগুলি স্থান, বিন্দু ইত্যাদি নির্দিষ্ট কবিয়া লওয়া হয়। পবে ইহাদের তুলনায় অপবগুলি চিনিয়া লওয়া হয়।

দেখা যায় জ্যোতিষ্কগুলিও আবর্তনকালে তাহাও যে স্থানেই যাউক না

কেন তাহাদের পৰস্পৰেব মধ্যে ব্যবধান সকল সময়েই ঠিক থাকে। কাজেই ইহাদের দুই একটি চিনিয়া বাখিলে তাহাদের অবস্থানের সহিত তুলনা কবিয়া অপবগুলি বাহিব কবা যায়। নক্ষত্রগুলিকে এক একটি পৃথক ভাবে চিনিয়া বাখা অসম্ভব। কিন্তু যখন কয়েকটি নক্ষত্র মিলিয়া একটি কাল্পনিক চিত্রের গায় অবস্থান কবে তখন তাহাদিগকে চিনিয়া বাখা সহজ হয়। যতগুলি নক্ষত্র মিলিয়া ঐ চিত্রটি প্রস্তুত কবে তাহাদের সমষ্টিকে এব একটি **নক্ষত্রপুঞ্জ** (Constellation) বলা হয়। চিত্রের আকৃতি অনুযায়ী নক্ষত্রপুঞ্জগুলির নামকরণ হইয়া থাকে। কতকগুলি নক্ষত্র লইয়া কনুবেব আকাব সৃষ্টি কনিগাছে বলিয়া মনে হয়, সেইজন্য ঐ কয়টি নক্ষত্রকে একসঙ্গে **শ্বা** (Dog) নক্ষত্রপুঞ্জ বলা হয়। তেমনই **সপ্তর্ষি মণ্ডল** (Constellation of Great Bear), **প্রশ্না** নক্ষত্রপুঞ্জ (Constellation of little dog) ইত্যাদি আছে। ইহাদের মধ্যে দুই একটিকে চিনিয়া বাখিলে অপবগুলিকে খুঁজিয়া বাহিব কবা যায়।

পূর্বেই বলা হইয়াছে পৃথিবীর নিজেব অক্ষের চতুর্দিকে দৈনিক আবর্তন হেতু তাবাগুলিকে পূর্বদিকে উদিত হইয়া পশ্চিম দিকে অস্ত গাইতে দেখা যায়, কিন্তু পৃথিবীর মেরুদণ্ড ববাবব উত্তর দিকে বর্ধিত কবিলে ঋবতাবা উহাব উপব পড়ে বলিয়া, ঋবতাবাব একপ কোন গতি আছে বলিয়া মনে হয় না। ঐই ঋবতাবাব কয়েকটি বৈশিষ্ট্য আছে বলিয়া ইহাকে চিনিয়া বাখা যায়, ইহা অপব নক্ষত্রের গায় আকাশেব বিভিন্ন স্থানে ঘুবিয়া বেডায় না, ঐইজন্যই ইহাব নাম ঋবতাবা। অনেকে ইহাকে অচলতাবাও বলে। ইহা খুব বেশী উজ্জ্বল নহে।



২৩°২৬' চিত্র
ঋবতাবা ও সপ্তর্ষিমণ্ডল

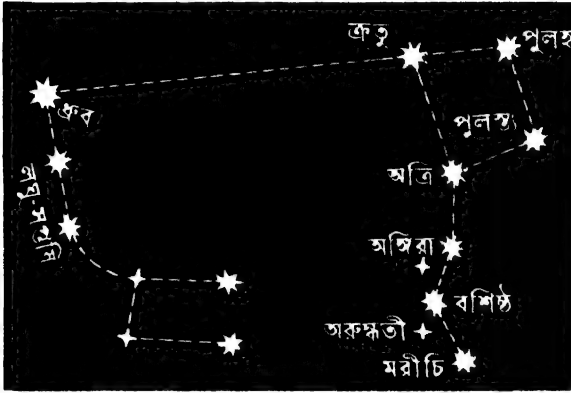
পার্শ্বের চিত্রে কোন এক বাহিব পৃথিবী, ঋব নক্ষত্র এবং ঋব নক্ষত্রের চতুর্দিকে ঘূর্ণায়মান অপব একটি নক্ষত্র **ন** এবং

সপ্তর্ষি মণ্ডল নামক নক্ষত্র পুঞ্জের অবস্থান দেওয়া গেল। আমাদের দেশে চৈত্র হইতে আশ্বিন মাস পর্যন্ত উত্তর আকাশের দিকে তাকাইলে লাক্ষ্যের ফলাব মত সাজানো সাতটি উজ্জ্বল নক্ষত্র দেখা যায়, উহাদিগকেই **সপ্তর্ষি মণ্ডল** (Great Bear) বলে। এই সপ্তর্ষি মণ্ডলের এক প্রান্তে কেবলমাত্র দুইটি তাবাকে এবং রেখায় দেখা যায়। এই বেথাকে বর্ধিত করিলে উহা এবং তাবাকে প্রায় ছুঁইয়া যায়। এবং নক্ষত্রের দিক হইতে সপ্তর্ষি মণ্ডলের সাতটি নক্ষত্রের নাম, যথাক্রমে **ক্রতু, পুলহ, পুলস্ত্য, অত্রি, অঞ্জিরা, বশিষ্ঠ ও মরীচি**। বশিষ্ঠের নিকটে যে ক্ষুদ্র নক্ষত্রটি দেখা যায় তাহাব নাম **অরুন্ধতী**। সাতটি ঋষির নামে নাম কবা হইয়াছে বলিয়া ইহাকে সপ্তর্ষি বলা হয়। কিন্তু ইংবাজেরা এই সাতটি নক্ষত্রে একটি ভল্লকের চিত্র কল্পনা করিয়া ইহাব নাম দিয়াছেন Great Ber বা Ursa Major নিবক্ষ প্রদেশ হইতে যতই উত্তর দিকে যাওয়া যাইবে, এবং নক্ষত্রকে ততই মাথাব উপর উঠিতে দেখা যাইবে। অবশেষে উত্তর মেরুতে উহাকে ঠিক মাথাব উপর দেখিতে পাওয়া যায়। আবার যদি উত্তর মেরু হইতে ক্রমাগত দক্ষিণ দিকে আসা হয় তবে উহাকে ক্রমাগত দিগন্তের দিকে নামিতে দেখা যাইবে এবং নিবক্ষ বৃত্তের উপর যাইলে ইহাকে ঠিক দিগন্তে মিশিয়া যাইতে দেখা যাইবে, নিবক্ষ বৃত্তের দক্ষিণে যাইলে ইহাকে আব দেখা যাইবে না।

চৈত্র বৈশাখ মাসে সন্ধ্যাব সময় সপ্তর্ষি মণ্ডলকে উত্তরাকাশে দেখা যায়। জ্যৈষ্ঠ মাস হইতে উহা ক্রমাগত একটু একটু কবিয়া পশ্চিম দিকে হেলিয়া অবশেষে কার্তিক মাস হইতে দিগন্তের নিচে নামিয়া যায়। এই সপ্তর্ষি মণ্ডলকে ভাল করিয়া চিনিয়া রাখিলে এবং তাবা চিনিতে কষ্ট হয় না।

পৃথিবীর অক্ষকে দক্ষিণ দিকে বর্ধিত করিলে উহা এবং নক্ষত্রের দ্বারা অপব একটি নক্ষত্রে গিয়া পৌঁছবে। ইহাব নাম **হ্যাডলীর অক্ট্যান্ট** (Hadley's Octant), ইহা কেবলমাত্র দক্ষিণ গোলাধর্মেই দৃষ্ট হইয়া থাকে।

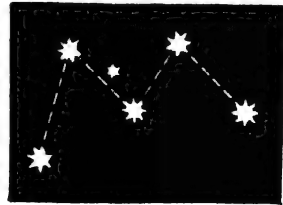
ঋতব্রত নক্ষত্রে ছয়টি নক্ষত্র লইয়া **লঘু সপ্তর্ষি** (The Little Bear) নামে একটি নক্ষত্র মণ্ডল আছে। ইহা সপ্তর্ষি মণ্ডলের দিকে অবস্থিত। ইহাব চাৰিটি



৩ নং চিত্র—ঋতব্রত, সপ্তর্ষি ও লঘু সপ্তর্ষি মণ্ডল

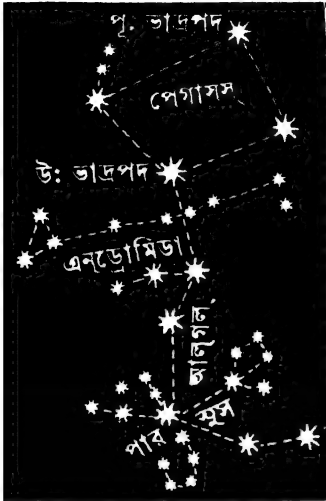
নক্ষত্র একটি চতুর্ভুজ সৃষ্টি করিয়া অবস্থিত আছে। অপব দুইটি, চতুর্ভুজের এক কোণের একটি তাবকা হইতে ঋতব্রতাব দিকে প্রায় এক সৰল রেখায় অবস্থিত। চিত্রে ঋতব্রত নক্ষত্র, সপ্তর্ষি ও লঘু সপ্তর্ষি মণ্ডল দেখান হইল। লঘু সপ্তর্ষিকে শিশুমাবও বলা হইয়া থাকে। ইংবাজীতে ইহাকে Ursa Minorও বলা হয়।

ঋতব্রত যেরূপে সপ্তর্ষিমণ্ডল থাকে তাহাও বিপরীত দিকে **ক্যাসিওপিয়া** (Cassiopeia) নামে পাঁচ নক্ষত্রের একটি নক্ষত্র মণ্ডল আছে। কার্তিক, অগ্রহায়ণ মাসে যখন সপ্তর্ষি মণ্ডল দিগন্তের নিচে নামিয়া যায় তখন ইহা দেখা দেয়।



৪ নং চিত্র—ক্যাসিওপিয়া

যখন সপ্তর্ষি মণ্ডল ধ্রুব তাবাব নিচে নামিয়া যায় তখন ক্যাসিওপিয়া'র উত্তর পূর্ব দিক হইতে সাতটি নক্ষত্র লেজুওয়ালা ঘুঁড়ির মত দেখা যায়। প্রথম চারিটি মিলিয়া ঘুঁড়ি ও বাকি তিনটি ঐ ঘুঁড়ির লেজের মত দেখায়। কিন্তু প্রথম চারিটি নক্ষত্র মিলিয়া **পেগাসাস** (Pegasus) নামক নক্ষত্র পুঞ্জ এবং অপব তিনটি **অ্যানড্রোমিডা** (Andromeda) নামক পুঞ্জ সৃষ্টি কবিয়াছে। তাবাব অ্যানড্রোমিডা'র শেষ নক্ষত্রটিব দুই পাশে দুইটি নক্ষত্র এবং তাবও কয়েকটি নক্ষত্র নাইবা যে মণ্ডল তাহাব নাম **পারসুস** (Perseus)। চিত্রে একসঙ্গে উক্ত তিনটি মণ্ডলই দেখান হইল।



৫ নং চিত্র—পেগাসাস, অ্যানড্রোমিডা ও পারসুস

তিনটি উজ্জ্বল নক্ষত্রের নাম **পূর্বভাদ্রপদ** (Markab), **গোপদ** (Algenib) ও **উত্তরভাদ্রপদ** (Alpheratz)। যে নক্ষত্রটি পারসুস ও অ্যানড্রোমিডা দুই মণ্ডলের মধ্যে আছে তাহাব নাম **আলগল** (Algol) অর্থাৎ দৈত্য তাবা। ইহাব জ্যোতি প্রতি তিন দিন ধবিয়া হ্রাস বৃদ্ধি হয়। ইহাব বর্ণ ঘোব লাল।

আলগল তাবাব কিছু দূরে একসঙ্গে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সাতটি তাবব। মিলিয়া **সাতভাই** বা **ক্লিডিকা** মণ্ডল (Pleiades) বচনা কবিয়াছে।

পবে কালপুরুষের চিত্র দেওয়া হইল। **আজ্রা** (Betelgeux), **বাগ্নাজা** (Rigel) এবং **কার্তিকেয়** (Bellatrix) প্রমুখ আবও কতক

গুলি নক্ষত্র লইয়া যে মনুষ্যমূর্তি কল্পনা করা হয় তাহাই **কালপুরুষ** (Orion) নামক নক্ষত্র মণ্ডল। কাল্পনিক বেথা দ্বারা ইহাব নক্ষত্রগুলি যোগ করিলে শুধুই একটি মনুষ্য মূর্তি হইবে না, মনে হইবে ঐ মানুষ্যটির কোমরে কোমববন্ধ, যেন তাহাতে তলোয়ার খুলান এবং হাতে ধনুক বহিয়াছে। শীতকালে অগ্রহাষণ পৌষ মাসে সন্ধ্যাব পব পূর্বাকাশে ইহাদিগকে দেখা যায় এবং ভোব বেলা পশ্চিমা-কাশে ডুবিয়া যায়। ঐ সময় কালপুরুষের পায়েব কাছে একটি অতিশয় উজ্জ্বল নক্ষত্র



৬ নং চিত্র—কালপুরুষ, লুক্কক, বোহিনী ও সাতভাই

দেখা যায়, তাহাব নাম **লুক্কক** (Sirius)। আকাশে যে সকল তাবা দেখা যায় তাহাদের মধ্যে এইটি উজ্জ্বলতম। ইহা বৃহৎ কুকুর বা শ্বা মণ্ডলের (Canis-major) নক্ষত্র। এই মণ্ডলটিকে কালপুরুষের কুকুর বলিয়া কল্পনা করা হয়।

কালপুরুষের পূর্বদিকে **সরমা** (Procyon) নামক একটি উজ্জ্বল নক্ষত্র দেখা যায়। ইহা **ক্ষুদ্র কুকুর** বা **প্রশ্বা** (Canis-minor) মণ্ডলের একটি নক্ষত্র।

প্রথমমণ্ডলের দক্ষিণে আছে **আর্গোনাভিস** (Argonavis) মণ্ডল। **অগস্ত্য** (Canopus) ইহাব প্রধান নক্ষত্র।

সপ্তমি মণ্ডলের ক্রতু ও পুলহ নক্ষত্রকে সবল বেথাদ্বারা যোগ করিয়া বাড়াইয়া দিলে ইহা **ক্রব** নক্ষত্রে গিয়া পৌছায়। আবার বাড়াইয়া দিলে বেথাটি **লঘু সিংহ** (Leo minor) মণ্ডল নামক ছোট ছোট কতকগুলি নক্ষত্রের একটি মণ্ডলে গিয়া পৌছাবে।

এইবার সূর্যেব আপাত পবিভ্রমণ পথেব কাছাকাছি যে কয়টি নক্ষত্র মণ্ডল পড়ে তাহাদেব পবিচয় লওয়া যাউক। আমবা সকলেই জানি সূর্য প্রতিদিন এক স্থানে খাড়া। ভাবে কিবণ



৭ নং চিত্র—লঘুসিংহমণ্ডল

দেয় না, প্রত্যহ এক বৃত্ত পথে একটু একটু কবিয়া সবিয়া সাবা বৎসবে ঐ বৃত্ত অতিক্রম কবে। বৃত্তটির নাম দেওয়া হইয়াছে **ক্রান্তি** বৃত্ত (Ecliptic)। এই বৃত্ত পৃথিবীর নিরক্ষ বৃত্তেব সহিত $২৩\frac{1}{2}$ ডিগ্রী কোণ কবিয়া অবস্থিত। এই বৃত্তকে বাবটি ভাগে বিভক্ত কবা হইয়াছে। তাহা হইলে এক এক ভাগে সূর্য এক এক মাস অবস্থান কবে। এই ভাগ গুলিকে এক একটি **রাশি** বলা

হয়। বৈশাখ মাসে সূর্য যে বাস্ত্রিতে থাকে তাহাব নাম **মেঘ** রাশি। পবে জ্যৈষ্ঠ মাসে **বৃষ** রাশিতে, আষাঢ় মাসে **মিথুন** রাশিতে এবং পব পবে এইরূপ বিভিন্ন মাসে বিভিন্ন রাশিতে থাকে। সূর্যেব এই পবিভ্রমণ পথে বাবটি রাশিব এক একটিতে যে নক্ষত্র মণ্ডল বা নক্ষত্র আছে, তাহাদেব সমষ্টিতে যে বস্তব চিত্র কল্পনা কবা যায় তাহাদেব নামান্তরসাবে রাশিগুলিব নামকরণ হইয়াছে। আবাব নক্ষত্র মণ্ডল গুলিব অন্তর্গত নক্ষত্র গুলিকে যোগ কবিয়া দিলে এক একটি মণ্ডলেব যে কাল্পনিক চিত্র পাওয়া যাউবে সেই চিত্রেব মূর্তি বিভিন্ন দেশে বিভিন্ন নামে অভিহিত হইয়া থাকে। কিন্তু নামেব সহিত চিত্রেব সাদৃশ্য অতি অল্পই দেখিতে পাওয়া যায়। তথাপি বহুকাল হইতে তাহাবা এই সকল নামে পবিচিত হইয়া আসিতেছে বলিয়া আজিও তাহাবা সেই সকল নামেই অভিহিত হইয়া থাকে।

সূর্যেব পবিভ্রমণ পথে পূর্বোক্তরূপ সাতাশটি নক্ষত্রমণ্ডল বা সাতাশটি

ভাগ কল্পনা করা হয়। ইহাব এক এক ভাগে অশ্বিনী, ভবণী, কৃত্তিকা, বোধিণী প্রভৃতি এক একটি নক্ষত্রের অবস্থান কাল ধরা হয়। তাহা হইলে

১টি বাশি = $3\frac{1}{2}$ নক্ষত্র

= $2\frac{1}{2}$ নক্ষত্র। বৈশাখ

মাস যেখান হইতে আবস্ত

হয় সেখান হইতে মেষ

বাশি এবং অশ্বিনী

নক্ষত্রের আবস্ত হয়।

বৈশাখ মাসেই সূর্য দুইটি

নক্ষত্র পাব হইয়া আর

একটি নক্ষত্রের $\frac{1}{2}$ অংশ

চলিয়া যায়। সূর্য বোন্

মাসে কোন্ বাশি এবং কোন্ নক্ষত্রের সম্পূর্ণ ও কোন্ নক্ষত্রের মাত্র

বতক অংশ পাব হইয়া যায় তাহাব একটি তালিকা ১৪শ পৃষ্ঠায় দেওয়া হইল।

পৃথিবীতে কোথায় কোন্ দেশ, নদী, পাহাড়, সাগর, হ্রদ, উপসাগর প্রভৃতি

আছে জানিবাব জন্ত ভৌগোলিকগণ যেমন মানচিত্র প্রস্তুত করিয়াছেন,

তেমনি আকাশের কোথায় কোন্ নক্ষত্র বা বাশি আছে তাহা জানিবাব জন্ত

জ্যোতির্বিদগণ তাবকা ও নক্ষত্রের মানচিত্র প্রস্তুত করিয়াছেন। এই মানচিত্র

সাহায্যে আকাশের নক্ষত্রগুলি সহজেই ধরা যায়।

পৃথিবীর মানচিত্র এবং আকাশের মানচিত্রে একটু প্রভেদ আছে।

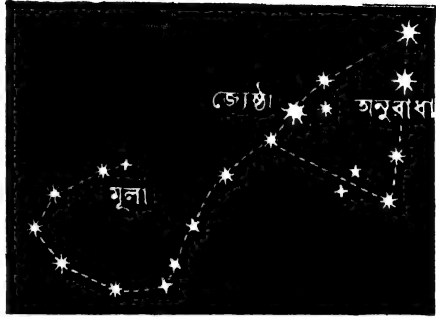
ভৌগোলিক মানচিত্রের ব্যবহার প্রণালী এবং আকাশের মানচিত্র ব্যবহার

করিবাব প্রণালী একটু ভিন্ন। ভৌগোলিক মানচিত্র যখন যে ভাবেই রাখা

হউক না কেন দক্ষিণ দিক পূর্ব, বাম দিক পশ্চিম, উপর দিক উত্তর এবং

নিচেব দিক দক্ষিণ দিক স্থচিত হবে। কিন্তু আকাশের মানচিত্রের সঙ্গে

আকাশের তাবাব অবস্থান মিলাইতে হইলে মানচিত্র খানিকে মাথাব উপর



৮ নং চিত্র—রশ্মিক বাশি

বাখিষা মানচিত্রের লিখিত দিক গুলি যথাক্রমে আকাশের দিক গুলির সঙ্গে মিলাইতে হয়। কিন্তু এ অবস্থায় মানচিত্র দেখা অসুবিধা জনক। কাজেই



৯ নং চিত্র—রাশি চক্র

মানচিত্র খানি চোখেব সামনে ধবিলে আকাশের দিক হইতে ইহাব দিকগুলি অগ্রকপ হইয়া যাব। তাই উত্তর আকাশের নক্ষত্র দেখিতে হইলে উত্তর দিকে মুখ কবিয়া বসিয়া সামনে মানচিত্র খানি এমন ভাবে ধবিলে হয় যেন মানচিত্রের উত্তর দিক মানচিত্র দর্শকের কোলের দিকে থাকে। এই অবস্থায় মানচিত্রে লিখিত দক্ষিণ, পূর্ব ও পশ্চিম দিকগুলি যথাক্রমে আকাশের উত্তর, পূর্ব ও পশ্চিম দিকের সঙ্গে মিলিয়া যাইবে। এখন মানচিত্রের উপরেব অর্ধ দ্বাৰা দক্ষিণ আকাশ এবং নিচেব অর্ধ দ্বাৰা উত্তর আকাশ নির্দিষ্ট হয়।

মাস রাশিৰ বাংলা ইংৰাজী নক্ষত্ৰ
ও আবৰী
নাম।

মাস বাশিৰ বাংলা ইংৰাজী নক্ষত্ৰ
ও আবৰী
নাম।

বৈশাখ মেঘ { অৰিণী
Aries { ভবণী
হামল { কৃত্তিকাৰ ৬ (Pleiades)

কাৰ্তিক তুলা { চিত্ৰাৰ ৬
Libra { স্বাতী
মিয়ান { বিশাখাৰ ৬

জ্যৈষ্ঠ বুধ { কৃত্তিকাৰ ৬
Taurus { বোহিণী (Hyades)
সন্তব { মৃগশিৰাৰ ৬

অগ্রহায়ণ বৃশ্চিক { বিশাখাৰ ৬
Scorpio { অশ্বিনী
আকবৰ { জ্যেষ্ঠা (Antares)

আষাঢ় মিথুন { মৃগশিৰাৰ ৬
Gemini { আৰ্দ্ৰা (Betelgeux)
ষওষা { পুনৰ্ভব ৬ (Pollux)

পৌষ ধনু { মূলা
Sagittarius { পূৰ্বাষাঢ়া
কওল { উত্তৰাষাঢ়াৰ ৬

শ্রাবণ কৰ্কট { পূৰ্বৰ্ভব ৬
Cancer { পুষ্যা
সদতাল { অশ্লেষা

মাঘ মকৰ { উত্তৰাষাঢ়াৰ ৬
Capricornus { শ্রবণা (Altair)
জদি { বনিষ্ঠাৰ ৬

ভাদ্ৰ সিংহ { মঘা (Regulus)
Leo { পূৰ্বফাল্গুনী
আসদ্ { উত্তৰফাল্গুনীৰ ৬
(Denebola)

ফাল্গুন বৃশ্চ { ধনিষ্ঠাৰ ৬
Aquarius { শতভিষা
দলাও { পূৰ্বভাদ্ৰপদেৰ ৬
(Markab)

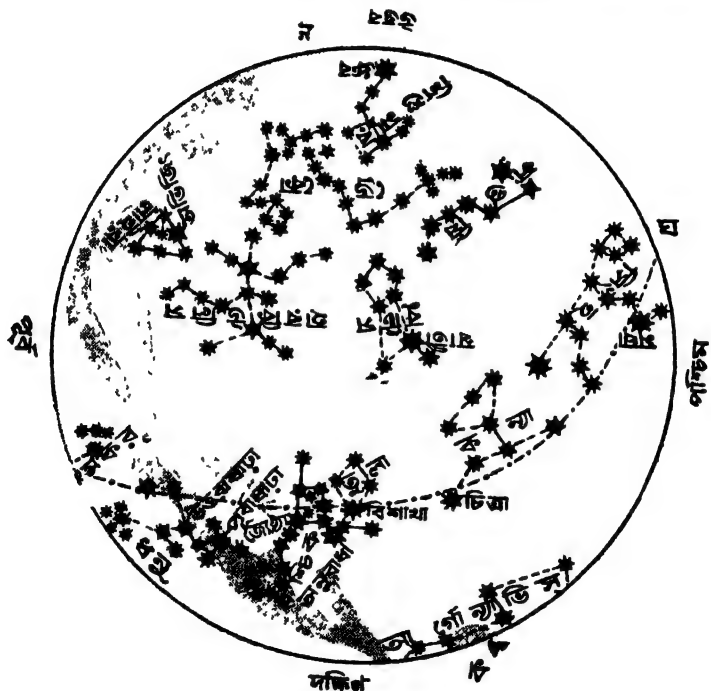
আশ্বিন কন্যা { উত্তৰফাল্গুনীৰ ৬
Virgo { হস্তা
সম্বালা { চিত্ৰাৰ ৬ (Spica)

চৈত্ৰ মীন { পূৰ্বভাদ্ৰপদেৰ ৬
Pisces { উত্তৰভাদ্ৰপদ
(Alpheratz)
হত { বেবতী

নং চিত্ৰে মাস, রাশি ও নক্ষত্ৰেৰ নাম সাজাইয়া দেখান হইল।

দক্ষিণ আকাশের নক্ষত্র দেখিতে হইলে বিপবীত উপায় অবলম্বন করিতে হয়।

বৈশাখ মাসের শেষ সপ্তাহ হইতে শ্রাবণ মাসের প্রথম সপ্তাহ পর্যন্ত আকাশের সপ্তর্ষি মণ্ডল, শিশুনাব, লাইবা, হাবকিউলিস, ড্রেকো মণ্ডল,



১০ নং চিত্র—আকাশের মানচিত্র (বৈশাখের শেষ হইতে শ্রাবণের প্রথম)

বৃটিস মণ্ডল, সিংহ বাশি, কন্যা বাশি, তুলা রাশি, বৃশ্চিক বাশি, আর্গোন্নাভিস,

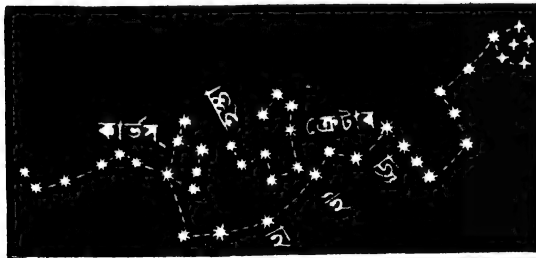
ধনুবাশি, মকর রাশি প্রভৃতি নক্ষত্রগুলি আকাশে যেকপ দেখা যায় তাহাদেব অবস্থান নিম্নলিখিত মানচিত্র হইতে অনুমান কবিয়া লইতে পাৰা যায়।

বৈশাখ মাসেব বাজ্রিতে আকাশের প্রায় মধ্যস্থলে সিংহ বাশি দেখা যায়। সিংহেব মুখেব দিকে মঘা ও লেজ্জে উত্তবফাল্গুনী নক্ষত্র। সিংহ বাশিৰ পবে কৰ্কট ও মিথুন বাশি। মিথুন বাশিব দুইটি উজ্জল নক্ষত্র, একটি ক্যাপ্টর (Castor) ও অপবটি পুনর্বস্তু (Pollux)। সিংহ বাশিব যে দিকে কৰ্কট ও মিথুন তাহাব বিপবীত দিকে কন্যা ও তুলা বাশি। কন্যা বাশিব উজ্জল নক্ষত্রটিব নাম চিত্রা (Spica)। সিংহ বাশিব নিচেব দিকে হাইড্রা (Hydra)



১১ নং চিত্র—মিথুন রাশি

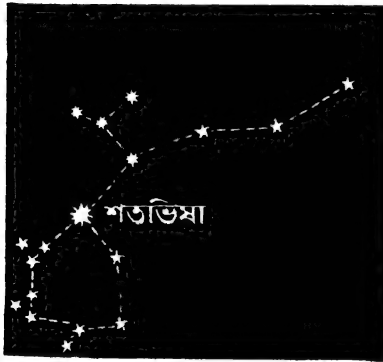
মণ্ডল। ইহাকে দেখিতে অনেকটা সাপেব মত। ইহাব প্রধান নক্ষত্র অশ্লেষা।



১২ নং চিত্র—হাইড্রামণ্ডল

অবশ্য অশ্লেষা নক্ষত্র কৰ্কট বাশিব অন্তৰ্গত। কন্যা রাশিব উত্তব পূৰ্ব দিকে

বুটিস (Bootes) এবং তাহাব উত্তর পূর্বদিকে **হার্কিউলিস** (Hercules) মণ্ডল। বুটিসের প্রধান নক্ষত্র **স্বাতী** (Arcturus)। প্রবাদ আছে স্বাতী নক্ষত্রের জল বাঁশ গাছেব উপর পড়িলে বংশলোচন নামক পদার্থ এবং সাপেব মাথায় পড়িলে মণি হয়। হার্কিউলিসের উত্তর পূর্বদিকে **লাইরা** (Lyra) মণ্ডল, **অভিজিত** (Vega) ইহাব প্রধান নক্ষত্র। **তুলা** বাশিব নিচে **বৃশ্চিক** বাশি এবং ইহাব উজ্জ্বলতম নক্ষত্রটির নাম **জ্যেষ্ঠা** (Antares)। জ্যেষ্ঠা নক্ষত্রের রং একটু লালভাষুক্ত। বৃশ্চিক বাশিব দক্ষিণে **সেন্টরাস** (Centaurus) মণ্ডল। **আলফা সেন্টরি** (Alfa centauri), **বিটা সেন্টরি** (Beta centauri) এবং **প্রক্সিমা সেন্টরি** (Proxima centauri) নামক নক্ষত্রগুলি ইহাব অন্তর্গত। প্রথমোক্ত দুইটি উজ্জ্বল, শেষোক্তটি পৃথিবীর

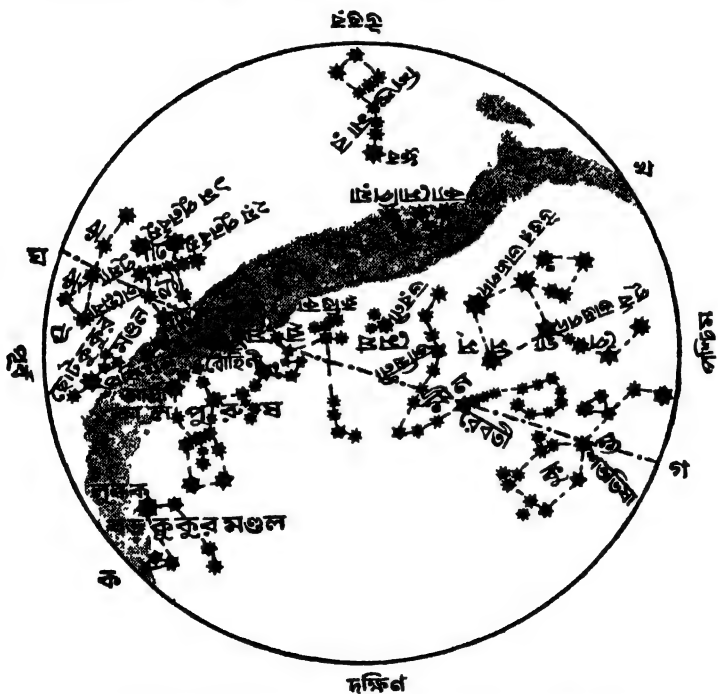


১০ নং চিত্র—কুম্ভরাশি

ইহাব কথা পূর্বে বলা হইয়াছে। মকর বাশিব দক্ষিণে **পিসিস** (Pisces) মণ্ডল, ইহাব উজ্জ্বল নক্ষত্রের নাম **ফোমালহট্** (Fomalhaut)। কুম্ভবাশিব পূর্বদিকে **মীনরাশি** (Pisces), তাহাব উত্তর পূর্বদিকে **মেঘ** এবং মেঘ বাশিব পূর্বদিকে **বৃষ** বাশি। মেঘ রাশিব প্রধান নক্ষত্রটির নাম **অশ্বিনী**

নিকটতম নক্ষত্র। বৃশ্চিক বাশিব পূর্ব পার্শ্বে **ধনু-রাশি** এবং তাহাব উত্তরে **একুইলা** (Aquila) মণ্ডল। ইহাব উজ্জ্বল নক্ষত্রটির নাম **শ্রবণা** (Altair)। ধনুবাশিব পূর্বদিকে **মকর ও কুম্ভ-রাশি**, এই বাশি দুইটিতে উজ্জ্বল নক্ষত্র নাই। কুম্ভের উত্তরে **পেগাসস্**,

বৃষ বাশিব প্রধান দুইটি নক্ষত্রের নাম কৃত্তিকা (Pleiades) এবং য়োহিনী (Hyades)। মীনবাশির নিচে সিটাস (Cetus) মণ্ডল, মাইরা (Myra) ইহাব প্রধান নক্ষত্র। আর্জা (Betelgeux) নক্ষত্রের কিছু উপবে প্রজাপতি (Auriga) মণ্ডল, ব্রহ্ম-হৃদয় (Capella) ইহাব প্রধান নক্ষত্র।



১৪নং চিত্র—আকাশের মানচিত্র (অগ্রহায়ণের মাঝামাঝি হইতে পৌষের মাঝামাঝি)

নক্ষত্রগুলির অবস্থান নির্নাত হইলেও সকল গুলি সকল সময়ে দেখা যায় না।
সূর্য যখন যে বাশিতে অবস্থান কবে তখন সেই বাশির নক্ষত্র বা তম্বিকটবর্তী

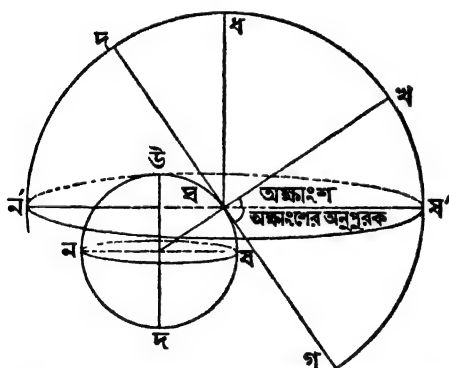
অপর নক্ষত্রগুলি সূর্যের জ্যোতিষ নিকট নিশ্চয় হইয়া যায় বলিয়া দেখা যায় না।

বৎসরের বিভিন্ন সময়ে আকাশের বিভিন্ন অংশে বিভিন্ন নক্ষত্র দেখা যায়। এবং তাহাদের একটির তুলনায় অপবর্তির অবস্থান না বদলাইলেও আকাশের বিভিন্ন অংশে তাহারা প্রত্যহই সন্ধ্যা যায় বলিয়া আকাশের মানচিত্র বৎসরের বিভিন্ন সময়ানুসারে বিভিন্ন হইয়া থাকে।

অগ্রহায়ণের মাঝামাঝি হইতে পৌষ মাসের মাঝামাঝি পর্যন্ত নক্ষত্রগুলির মোটামুটি অবস্থান পূর্ব পৃষ্ঠায় দেখান হইল।

প্রতিদিন যেমন আকাশে নক্ষত্রের অবস্থান পরিবর্তিত হইতেছে, তেমনি পৃথিবী পৃষ্ঠের বিভিন্ন স্থানের আকাশ বিভিন্নরূপে দেখা যাইবে। নিবক্ষ-প্রদেশের আকাশ যেকপ দেখাইবে মেরুপ্রদেশের আকাশ সেকপ দেখাইবে না। কোন স্থানের আকাশের চিত্র অঙ্কিত কবিত হইলে নিম্নলিখিতরূপ উপায় অবলম্বন কবিত হইবে।

মনে কবা যাউক চিত্রের ছোট বৃত্তটি পৃথিবী, উ এবং দ যথাক্রমে ইহার



উত্তর মেরু এবং দক্ষিণ মেরু এবং ন, ষ ইহার নিবক্ষবৃত্ত ও ক ইহার কেন্দ্র। ইহার উপর স্থানের আকাশ অঙ্কিত কবিত হইবে।

কষ যোগ কবিয়া ঋ পর্যন্ত বর্ধিত কবা হইল। ঘ দিয়া ঋষ এবং সহিত সমকোণী ভাবে দগ বেথা টানা হইল।

১৫ নং চিত্র—কোন স্থানের আকাশ অঙ্কিত করিবার প্রণালী
ইশাই ঋ স্থানের দিগন্ত বেথা। এক্ষণে ঋকে কেন্দ্র কবিয়া এবং ঋপ—

দৃশ্য-অর্থকে ব্যাসার্ধ লইয়া যে বৃত্ত আঁকা যায় তাহাই ঐ স্থানের আকাশ।

উ ক এব সহিত সমান্তরাল কবিয়া ঐ বৃত্ত বেখা যেখানে আকাশে ঠেকিয়াছে বলিয়া মনে হয় সেই স্থানে ঐ তাকে দেখা যাইবে।

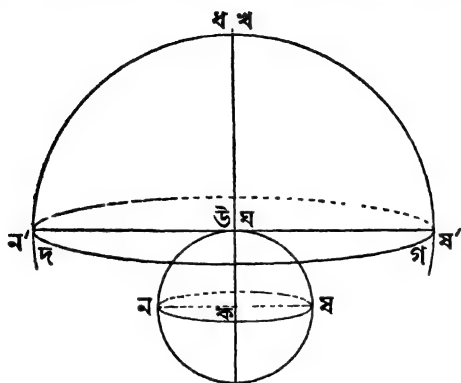
তাহা হইলে ঐ হইতে আকাশের মাত্র দৃষ্ট অংশ দৃষ্ট হইবে। এইবাব যদি নম এব সমান্তরাল কবিয়া আকাশ গোলকে অদৃশ্যস্থ ন এবং দৃষ্টাংশস্থ ঐ দিয়া একটি বৃত্ত কল্পনা করা হয় তাহা নৈসর্গিক নিরক্ষ বৃত্ত (Celestial equator)। ঐ ঐ অবস্থান নির্দেশ করিবে।

ক্রান্তি বৃত্ত নৈসর্গিক নিরক্ষ বৃত্তের সহিত সমান্তরাল। দিগ্বলয় এবং নিরক্ষবৃত্ত পর্বতের যেখানে ছেদ কবিয়াছে সূর্য একদিন সেই বিন্দুতে উদিত হইবে। সেদিন ক্রান্তিবৃত্তের তল এবং নিরক্ষবৃত্তের তল এক হইয়া যাইবে। সেদিন যতক্ষণ সূর্য ক্ষিতিজ্র তলের উপরে থাকিবে ততক্ষণ নিচে থাকিবে। কাজেই সেদিন, দিন- বাত্রি সমান হইবে। তাহাব পর্ব ক্রমে সবিয়া সূর্য একদিন এমন স্থানে আসিবে যেখানে সূর্য কেবলমাত্র ক্ষিতিজ্র তলের নিচেই থাকিবে। অতএব তখন সেখান হইতে যত বেশী অক্ষাংশে যাওয়া যাইবে ততই সেখানে কেবল দিন পাওয়া যাইবে। তাহাব পর্ব ফিবিয়া সূর্য পুনর্বার পূর্বোক্ত স্থানে আসিবে যেখানে দিন বাত্রি সমান। তাহাব পর্ব ক্রমে আবও এমন স্থানে যাইবে যেখান হইতে কেবলমাত্র বাত্রি আবস্ত হইবে।

চিত্র দেখিলে মনে হইবে সূর্যের দৈনিক পথ এক একটি আলাদা বৃত্ত, কিন্তু তাহা নহে। প্রত্যহ অল্প অল্প সবিয়া সূর্যের পথ কুণ্ডলিত (Spiral) আকারেব হয়।

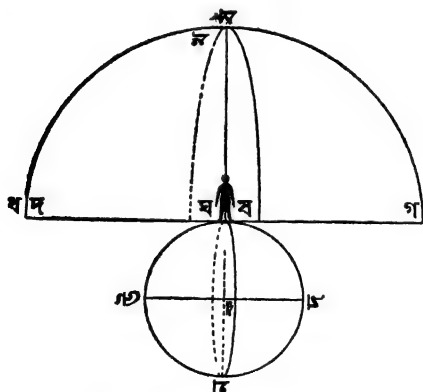
উত্তর মেরুর আকাশ :—১৬ নং চিত্রে দেখ এখানে ঐ বিন্দু এক হইয়া যায় অর্থাৎ নিরক্ষবৃত্ত এবং ক্ষিতিজ্র তল বা দিগ্বলয় এক হইয়া যায়। অতএব সূর্য ক্রমাগত ছয়মাস ক্ষিতিজ্র তলের উপরে থাকিবে এবং ক্রমাগত ছয়মাস ক্ষিতিজ্র তলের নিচে থাকিবে। অতএব এখানে ছয়মাস ক্রমাগত দিন এবং

ছয়মাস ক্রমাগত বাত্মি। এখানে ধ্রুবতাবকে ঠিক মাথাব উপর দেখা যাইবে



১৬ নং চিত্র—উত্তর মেরুব আকাশ

নিরক্ষ প্রদেশের আকাশঃ—এখানে দিগন্ত ধ্রুবতাব উপর দিয়া



১৭ নং চিত্র—নিরক্ষ প্রদেশের আকাশ

গিয়াছে বলিয়া মনে হয়। তাই নিরক্ষ প্রদেশে ধ্রুবতাব চক্রবালের ঠিক উত্তর

বিন্দুতে থাকে। সূর্য প্রত্যহই যতক্ষণ চক্রবালের উপর থাকে ততক্ষণ ইহাব নিচে থাকে। কাজেই এই প্রদেশে বাবোমাস দিনবারি সমান।

সংক্ষেপ ৫—আমাদের মাথাব উপরে যে অসীম নীল শুষ্ক চাবিদিকে ভূমি স্পর্শ কবিয়াছে বলিয়া মনে হয় তাহাকে আমরা আকাশ বলি এবং ইহাতে যে অসংখ্য সূত্র ক্ষুদ্র আলোকমালা দেখা যায় তাহাদিগকে সাধারণত জ্যোতিষ্ক বলি। জ্যোতিষ্কগুলির মধ্যে যেগুলি উজ্জ্বলতর এবং স্থিতি তাহারা গ্রহ এবং যেগুলি মিটমিট করিয়া জ্বলিতেছে বলিয়া মনে হয় সেগুলি নক্ষত্র। গ্রহগুলি দূরবীণে বড় দেখায় কিন্তু নক্ষত্রগুলি খালি চোখে যেমন দেখায় দূরবীক্ষণ সাহায্যে তেমনই দেখায়। গ্রহ বা নক্ষত্র সূত্র দেখাইলেও ইহাদের এক একটাব আয়তন এমন বড় আছে যে তাহারা পৃথিবী অপেক্ষা বহু লক্ষ গুণ বড়। অত্যধিক দূরে থাকে বলিয়া এত ক্ষুদ্র দেখায়। পৃথিবীর নিকটতম জ্যোতিষ্ক প্রক্টিমো সেন্টবির আলোক পৃথিবীতে আসিতে ৪-৫ বৎসর লাগে। অথচ আলোক প্রতি সেকেন্ডে ১৮৬০০০ মাইল যায়। এমন জ্যোতিষ্ক আছে বাহ্যিক আলো পৃথিবীর জন্মের পূর্বে হইতে এখনও পৃথিবীতে আসিয়া পৌঁছিতে পারে নাই। সূর্য একটি বিরাট জ্যোতিষ্ক। মহাকর্ষের বলে ইহা কতকগুলি গ্রহকে টানিয়া আপনাব চারিদিকে ঘুরাইতেছে। আবার গ্রহগুলি আপনাপন উপগ্রহগুলিকে আপনাব চারিদিকে ঘুরাইতেছে। আকাশে নীহারিকা, ছায়াপথ, উল্কা, ধূমকতু প্রভৃতি দেখা যায়। সূর্য, গ্রহ ও উপগ্রহ লইয়া একটি সৌর জগৎ। ব্রহ্মাণ্ডে একপ কত সৌর জগৎ আছে বলা যায় না। খালি চোখে মাত্র ছয় সাত হাজার জ্যোতিষ্ক দেখা যায়। দূরবীক্ষণ সাহায্যে তদপেক্ষা অধিক জ্যোতিষ্ক দেখা যায়, কিন্তু আবও যে কত অদৃশ্য জ্যোতিষ্ক আছে তাহাব সংখ্যা নাই।

পৃথিবী ঐক নক্ষত্রকে কেন্দ্র কবিয়া ঘবিতছে বলিয়া আপাত দৃষ্টিতে আমবা দেখি নক্ষত্রগুলি ২৩ ঘণ্টা ৫৬ মিঃ ৪ সেকেন্ডে একবার ঐক নক্ষত্রের চাবিদিকে ঘুরে। ইহাদের গতি পূর্ব হইতে পশ্চিমে। সূর্যের পূর্ব দিক হইতে পশ্চিম দিকেব আহিক গতি ছাড়াও নক্ষত্রের অনুপাতে ইহাব একটি বিপরীত গতি আছে—তাহা প্রত্যহ ১° ডিগ্রী। এই পশ্চাৎগতির জন্ত বৎসরের বিভিন্ন সময়ে আকাশে নক্ষত্রগণের অবস্থান এককপ থাকে না। অথচ জ্যোতিষ্কগুলিব পরস্পরের মধ্যে ব্যবধান একই থাকে। তাই একটি নক্ষত্র বা নক্ষত্রপুঞ্জ চিনিয়া স্থির কবিতে পারিলে তাহার অনুপাতে আকাশের কোন্ অংশে কোন্ গ্রহ বা নক্ষত্র থাকিবে চিনিয়া লইতে পাওয়া যায়। সপ্তর্ষিমণ্ডলের শেষ দুইটি নক্ষত্র যোগ করিয়া সেই বেখা বন্ধিত করিলে ঐকনক্ষত্র স্পর্শ কবে। সপ্তর্ষিব অনুপাতে লঘু সপ্তর্ষি, দ্বা, গ্রহা, কালপুরুষ

প্রভৃতি মণ্ডল চিনিয়া লওয়া যায়। নক্ষত্র মণ্ডলগুলির অন্তর্গত এক একটি নক্ষত্রেরও আবার নাম বিভিন্ন। অনেক সময় নক্ষত্র মণ্ডলকেও কেবলমাত্র নক্ষত্র বলা হয়। সূর্য সারা বৎসরে যে যে স্থানে খাড়া ভাবে কিরণ দেব সেই স্থানগুলি যোগ করিয়া যে বৃত্ত কল্পনা করা হয় তাহাকে বাব ভাগ করিয়া এক একটি ভাগকে রাশি বলা হয়। বারটি রাশি আবার ২৭টি নক্ষত্রের সমান। সূর্যেরাং এক রাশি সমান ২৮ নক্ষত্র। সূর্য বৈশাখ মাসে মেঘ বাশিতে থাকে এবং বৈশাখ মাসের মধ্যে সে অশ্বিনী, ভরণী নক্ষত্র পাব হইয়া কৃত্তিকা ব ½ অংশ অতিক্রম করে। আকাশের মানচিত্র সাহায্যে কখন কোথায় কোন নক্ষত্র দেখিতে পাওয়া যায় তাহা স্থির কবিত্তে পাওয়া যায়। চিত্রে কোন স্থানের আকাশ আঁকিতে হইলে সে স্থানের অক্ষাংশ জানা দরকার।

প্রথম প্রশ্নমালা

১। নিম্নলিখিতগুলি বলিতে কি বুঝ লিখ:—আকাশ, জ্যোতিষ্ক, গ্রহ, নক্ষত্র, ছায়াপথ, রাশি। (What do you understand by—The sky, heavenly bodies, planets, stars, milky way and zodiac ?)

২। নক্ষত্রের আকার, দূরত্ব, সংখ্যা প্রভৃতি সম্বন্ধে কি জান লিখ। সৌর জগৎ কাহাকে বলে? (Write what you know about the shape, size and distance from the sun of the stars. What is a solar system ?)

৩। চিত্র সাহায্যে ধ্রুবতারা ও সপ্তর্ষিমণ্ডলের অবস্থান দেখাইয়া দাও। (Show the positions of the Pole star and the Great Bear with the help of a diagram)

৪। নিম্নলিখিত নক্ষত্র বা নক্ষত্রমণ্ডলগুলির অবস্থান আকাশের কোথায় এবং তাহাদের আকৃতি কিরূপ তাহা চিত্র সাহায্যে দেখাইয়া দাও:—কালপুরুষ, ক্যাসিওপিয়া ও লঘুসপ্তর্ষি। (Show by a diagram the position and appearance of the following stars or constellations in the sky.—Orion, Cassiopeia and Little Bear.)

৫। রাশিচক্র আঁকিয়া কোন বাশিতে সূর্য কোন মাসে অবস্থান কবে এবং কোন কোন নক্ষত্র ও কোন নক্ষত্রের কত অংশ লইয়া এক একটি রাশি হয় তাহা বুঝাইয়া দাও। (Draw the zodiacal circle and show the position of the sun in different months with their corresponding stars)

৬। বৎসবেব সকল সময়ে আকাশেব নির্দিষ্ট স্থানে একটি নির্দিষ্ট নক্ষত্র দেখা যায় না কেন তাহার কারণ বিবৃত ভাবে লিখ। (Explain in detail why a certain star is not found in a certain fixed place in the sky throughout the year)

৭। নক্ষত্রেব অগ্রপাতে প্রতিদিন পূর্বেব 1° ডিগ্রী পশ্চাৎগতি বলিতে কি বুঝ লিখ। (What do you understand by the retrograde motion of the earth with respect to the stars at the rate of 1° per day ?)

৮। কলিকাতাব (২২ $^\circ$ ডিগ্রী উত্তর অক্ষাংশ) আকাশ অঙ্কিত দেখাও। Draw the diagram of the sky of Calcutta (Lat. 22° N)

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ

গ্রহ চিনিবার জন্য পঞ্জিকা

পূর্ব পৰিচ্ছেদে বাশিগুলি চিনিবার উপায় বাণত হইয়াছে। এক্ষণে গ্রহ-গুলি কিরূপে চিনিতে পাবা যায় দেখা যাউক। পঞ্জিকায় প্রত্যেক দিনেব গ্রহগুলিব অবস্থান নিম্নোক্তরূপে দেওয়া থাকে। মনে কবা যাক সন ১৩৪৭ সালেব ১১ই পৌষ তাবিখে গ্রহগুলিব অবস্থান পঞ্জিকায় নিম্নলিখিতরূপে দেওয়া আছে।

মং ৬২৯৮১৩

বৃ ৮১৩৫২১৮

বু ০১১৩৪১৫৪

শু ৭১১৪১২১২

শ ০১১৪১২৪১৪৪

ইহাতে বুঝিতে হইবে যে প্রথম সঙ্খ্যাটি দ্বাৰা গ্রহগুলি মেঘবাশি হইতে আবস্ত কৰিয়া ক্রমে বুধ, মিতুন, কর্কট প্রভৃতি যে বাশি পাব হইয়াছে তাহাব ক্রমিক নম্বৰ, এবং বাকি পব পব তিনটি সংখ্যা, গ্রহটি উক্ত বাশিব যথাক্রমে কত ডিগ্রী, মিনিট ও সেকেণ্ড পথ অতিক্রম কৰিয়াছে তাহা নির্দেশ কৰে।

উপবে মঙ্গলেব পাশে ৬ প্রথম সংখ্যা। ইহাতে বুঝিতে হইবে মঙ্গলগ্রহ মেঘ বাশি হইতে ৬টি বাশি পাব হইয়া তুলা বাশিতে অবস্থান কৰিতেছে। ক্রান্তি বৃত্ত, ইহাব কেন্দ্রে মোট ৩৬০ ডিগ্রী কোণ উৎপন্ন কৰিয়া অবস্থিত। ১২ মানে সূর্য এই পথ অতিক্রম কৰে—কাজেই এক মাসে সূর্য ৩৬০—১২=৩০ ডিগ্রী পথ অতিক্রম কৰে। অতএব এক এক বাশি ক্রান্তিবৃত্তেব কেন্দ্রে ৩০° ডিগ্রী কোণ উৎপন্ন কৰিয়া অবস্থিত। মঙ্গল গ্রহেব পাশে দ্বিতীয়, তৃতীয় এবং চতুর্থ সংখ্যাগুলি দ্বাৰা ইহাই সূচিত হইতেছে যে ঐ পর্যন্ত মঙ্গল গ্রহেব মোট

৩০° পথেব মাত্র ২২ ডিগ্রী ৮ মিনিট ও ২৩ সেকেণ্ড পথ মঙ্গল গ্রহ কর্তৃক অতিক্রান্ত হইয়াছে। একটি পবিচিত্ত বাশি পূর্ব পবিচ্ছেদে বর্ণিত উপায়ে বাহিব কবিয়া সহজেই মঙ্গল গ্রহকে খুঁজিয়া বাহিব কবা যাইতে পাবে। এইরূপে অন্যান্য গ্রহগুলিকেও খুঁজিয়া বাহিব কবা যায়।

কিন্তু কোন একদিন সূর্য যে বাশিতে থাকে সেদিন সে রাশিতে যে গ্রহ থাকে তাহাকে দেখিতে পাওয়া যায় না, সূর্যের ঔজ্জ্বল্য ইহাকে ঢাকিয়া ফেলে। উক্ত তাবিণে ঐ গ্রহকে বাত্রে আকাশে দেখা যাইবে না। কারণ ঐ দিন সূর্য ঐ বাশিতে অবস্থান কবে। ঐই গ্রহকে আকাশে খুঁজিয়া বাহিব কবিতে হইলে কিছুদিন অপেক্ষা কবিতে হইবে। যখন সূর্য এবং উক্ত গ্রহের অবস্থান বিভিন্ন বাশিতে হইবে তখনই গ্রহটিকে দেখা যাইবে। কোন একদিন কোন নক্ষত্র দেখিতে হইলে সেদিন সূর্যাস্তকালে সূর্যের নিকট যে বাশি থাকে তাহাব পববর্তী যে কয়েকটি বাশি আকাশে দেখা যাইবে তাহাব মধ্যে ইহা থাকিলে তবেই দেখা যাইবে।

জন্ম পঞ্জিকা প্রস্তুত কবিবাব সময় আমবা জাতকেব লগ্ন নিকপণ কবিবাব সময়ে দেখি যে জাতকেব জন্ম সময়ে কোন্ বাশি পৃথিবীর সহিত পূর্বাংশে লগ্ন থাকে, অর্থাৎ উদিত হয়। ঐ সময়ে যে বাশি উদিত হয় তাহাই জাতকেব লগ্ন। জন্ম সময়ের চন্দ্র যে বাশিতে থাকে তাহাই জাতকেব বাশি এবং ঐ সময়ে চন্দ্র যে নক্ষত্রে থাকে তাহাই জাতকেব নক্ষত্র। অতএব দেখা যাইতেছে হিন্দুদিগের কোষ্টিবিচাবে চন্দ্রের সহিত সম্বন্ধ ঘনিষ্ঠতব। পর্ব বা বর্মানুষ্ঠানে মুসলমানগণ যে গণনা করেন তাহাব সম্বন্ধও চন্দ্রের সহিত অধিক।

সংক্ষেপ :-পঞ্জিকার গ্রহগুলি এবং চন্দ্রের পার্শ্বে লিখিত সংখ্যাগুলি হইতে উহাদের অবস্থান নির্দেশ কবা যায়। প্রথম সংখ্যা বাশিট মেঘবাশি হইতে এতগুলি বাশি পার হইবা পববর্তী বাশিতে অবস্থান করিতেছে বুঝিতে হইবে। প্রত্যেক রাশি ক্রান্তি বৃত্তের কোণ ৩০° - ১২° = ৩ ডিগ্রী কোণ করিয়া অবস্থিত। দ্বিতীয় তৃতীয় ও চতুর্থ সংখ্যা ঐ

৩০ ডিগ্রী পথের কত ডিগ্রী, মিনিট এবং সেকেন্ড পথ উক্ত রাশি কত'ক অতিক্রান্ত হইয়াছে তাহাই বুঝায়। ইহা হইতে আকাশে কখন কোন গ্রহ কোথায় থাকিতে পারে খুঁজিয়া বাহির করা যায়। সূর্যের কাছে কোন গ্রহ থাকিলে তাহাকে সূর্যের উজ্জ্বলতার অন্তর দেখা যায় না।

জন্ম সময়ে যে রাশি পূর্বাকাশে পৃথিবীর সহিত লগ্ন থাকে তাহাই জাতকের লগ্ন, ঐ সময় চন্দ্র যে রাশিতে থাকে তাহাই জাতকের রাশি এবং চন্দ্র যে নক্ষত্রে থাকে তাহাই জাতকের নক্ষত্র।

দ্বিতীয় প্রশ্নমালা

১। কোন একদিন পঞ্জিকাতে গ্রহ গণের অবস্থান নিম্নলিখিতরূপ দেখা গেল। ইহাতে কি বুঝা যাইবে :—ব ১০।৪।১৩।৪১ চং ১।১২।৩২।৪৪ মঃ ০।৬।০২। ৩ ১০।১৮।২০।৩৫ ৩ ১।১৬।৩৩।১৬ শু ১১। ১৩।৩৫।৪৫ শ ০।২।৩৬।৫২। (On a certain day the positions of the planets written in the Panjika are —Sun ১০-৪-১৩-৪১, M ১-১২-৩২-৪৪, Moon ০-৬-০-২৭, Mercury ১০-১৮-২০-৩৫, J ১১-১৬-৩৩-১৬, V ১১-১৩-৩৫-৪৫, Saturn ০-২-৩৫-৫২. What is understood by this ?)

২। গ্রহগণকে আকাশে খুঁজিয়া বাহির করিবার সহজ উপায় কি ? (What is the easiest method of finding out the planets in the sky ?)

৩। একদিন সূর্যাস্তকালে দেখা গেল শনি গ্রহ পূর্বাকাশে পৃথিবীর সহিত লগ্ন আছে। সেদিন শনিগ্রহ আকাশে দেখা যাইবে কি না বল—এবং কারণ লিখ। (On a day at the time of sun set the Saturn was just on the horizon. Say whether the Saturn will be visible in the sky in the night or not, State reason)

৪। জাতকের লগ্ন, রাশি ও নক্ষত্র কিরূপে নির্ণয় করা হয় লিখ। (Write fn making a horoscope how the Lagna, Rashi and the Star are determined ?)

তৃতীয় পরিচ্ছেদ

সূৰ্য

সূৰ্য এই বিশ্ব ব্রহ্মাণ্ডেব অক্ষুবন্ত তাপেৰ প্ৰধান উৎস। সূৰ্য হইতে অজস্ৰ তাপ মহাশূন্যেৰ চাৰিদিকে বিকিৰিত হইতেছে। পৃথিবীতে তাহাৰ অতি অল্লাংশ মাত্ৰই পৌছায়। সূৰ্য ব্যতীত পৃথিবীতে অগ্ৰ যাহা কিছু হইতে আমবা তাপ পাই, তাহাও সূৰ্যতাপেৰই ৰূপান্তৰ মাত্ৰ। সূৰ্যেৰ তাপ ব্যতীত মনুষ্য, জীবজন্তু ও গাছপালাৰ জীৱন ধাৰণ অসম্ভৱ হইত, শস্ত্ৰ-শ্ৰামল উৰ্বৰ ক্ষেত্ৰগুলি উষৰ মৰুভূমিতে পৰিণত হইত। উপযুপৰি কমেকদিন সূৰ্যতাপ না পাইলে সকলেই যেন শক্তিহীন ও শ্ৰিয়মান হইয়া পড়ে। সূৰ্য-তাপেই বায়ু বহে, জোয়াৰ-ভাটা ও বন্তা হয়, মেঘ, বৃষ্টি, কুয়াসা ও শিশিবেৰ উৎপত্তি হয় এবং নদী ও জলপ্ৰপাত প্ৰভৃতিৰ সৃষ্টি হয়। অতি আদিমকাল হইতেই মানুহ প্ৰত্যক্ষ ও পৰোক্ষ ভাবে তাহাদেৰ কল্যাণ-সাধনে সূৰ্য শক্তিৰ নানাভাবে বিকাশেৰ জন্তু সূৰ্যকে দেবতাজ্ঞানে পূজা কৰিয়া আসিতেছে।

এই সূৰ্যেৰ আয়তন, উষ্ণতা এবং পৃথিবী হইতে ইহাৰ ব্যবধান সম্বন্ধে কখনও চিন্তা কৰিয়াছ কি? ইহাৰ সমস্ত বিষয়গুলি অবগত হইলে তোমবা চমৎকৃত হইবে এবং বিশ্বনিয়ন্তাৰ অসীম সৃষ্টি কৌশল সম্বন্ধে যে আভাষ পাইবে তাহাতে তাহাৰ কাছে স্বতই মাথা অবনত কৰিতে ইচ্ছা হইবে।

জ্যোতিৰ্বিদগণ স্থিৰ কৰিয়াছেন সূৰ্য পৃথিবী হইতে নয় কোটি ত্ৰিশ লক্ষ মাইল দূৰে অবস্থিত। আলো এক সেকেণ্ডে একশত ছিয়াশি হাজাৰ মাইল যায়, সূৰ্য হইতে পৃথিবীতে আসিতে ৮ মিনিট লাগে। এত দূৰ হইতে আসিতেছে তথাপি তাহাৰ উত্তাপ কত প্ৰখৰ তাহা তোমবা জান। চৈত্ৰ বৈশাখ মাসে দুপূৰ বেলায় খোলা মাঠে কয়েক মিনিটেৰ জন্তু বাহিৰ হইলে সৰ্বশৰীৰ যেন পুড়িয়া যায়।

.. থাৰ্মমিটাৰ স্নাহায্যে দুপূৰেৰ বোদেৰ উষ্ণতা মাপা যায়। পৃথিবীতে

এইরূপ উষ্ণতা হইলে নথ কোটি ত্রিশ লক্ষ মাইল দূরস্থ সূর্য পৃষ্ঠেব যে উষ্ণতা তাহা বৈজ্ঞানিকগণ হিসাব করিয়া স্থিৰ কবিয়াছেন ৬০০০° ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড। ইহাব অভ্যন্তরবের উষ্ণতা সাত কোটি ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড। উনানে কয়লা যখন জলে তখন তাহাব উষ্ণতা প্রায় ১২০০° ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড। গলিত লৌহের উষ্ণতা ১৬০০° ডিগ্রী সেন্টিগ্রেডেব অধিক নহে। অতএব ভাবিয়া দেখ সূর্য পৃষ্ঠেব যে উষ্ণতা তাহা বিরূপ ভয়ঙ্কর এবং ইহাব অভ্যন্তরীণ উষ্ণতাব তো কথাই নাই। এই উত্তাপে পাথিব কোন পদার্থই নিজ অবস্থায় থাকিতে পাবে না। স্বর্ণ, লৌহ প্রভৃতি সর্বাধিক কঠিন পদার্থগুলিও ইহাপেক্ষা বহু অল্প উষ্ণতায় বাষ্পীকৃতধাবণ কবে। সেই হিসাবে পণ্ডিতগণ স্থিৰ কবিয়াছেন সূর্যে সকল পদার্থই বাষ্পীকাবে বর্তমান। এবং সমস্ত সূর্যটি একটি জ্বলন্ত বাষ্পিগু। কঠিন পদার্থে সৃষ্ট নথ বলিয়া ইহাব পৃষ্ঠ সমতল বা একই রূপ উঁচু নিচু থাকিতে পাবে না।

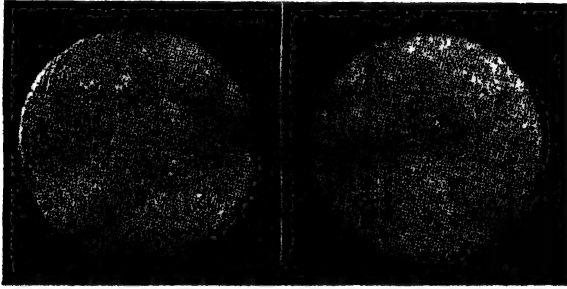
পৃথিবীৰ ব্যাস প্রায় আট হাজার মাইল, কিন্তু সূর্যেব ব্যাস প্রায় ৮৬৬৫০০ আট লক্ষ ছয়ষট্টি হাজার পাঁচ শত মাইল অর্থাৎ পৃথিবীৰ ব্যাসেব ১১০ গুণ বড়। সেই হিসাবে সূর্য পৃথিবী অপেক্ষা তেব লক্ষ গুণ বড়।

বাষ্প গঠিত বলিয়া সূর্য পৃথিবী হইতে তেব লক্ষ গুণ বড় হইলেও তেব লক্ষ গুণ ভারী নহে। মোটামুটি ইহা পৃথিবী অপেক্ষা ৩৩৩০০০ গুণ ভারী। বৈজ্ঞানিকগণেব হিসাবে পৃথিবীৰ ওজন প্রায় ১৮×১০^{২৩} মন। তাহা হইলে সূর্যেব ওজন $১৮ \times ১০^{২৩} \times ৩৩৩০০০ = ৫৯৯৪০০০ \times ১০^{২৩} =$ প্রায় ৬×১০^{২৮} মন। আয়তন এবং ওজন হিসাব কবিয়া দেখিলে বুঝা যায় সূর্যেব ঘনত্ব পৃথিবীৰ ঘনত্বেব চাৰি ভাগেব এক ভাগ।

খালি চোখে সূর্যেব দিকে তাকান যায় না। দূরবীক্ষণ যন্ত্রেব সাহায্যে ইহাকে নিবীক্ষণ কবিলে ইহাব তিনটি মণ্ডলেব সন্ধান পাওয়া যায়। প্রথমটি আলোক মণ্ডল, দ্বিতীয় বর্ণমণ্ডল এবং তৃতীয়টি ছটামণ্ডল।

আলোক মণ্ডল—সাধাবণত সূর্যেব সর্বাংশে বহির্বাধরণটিই আমাদের

চোখে পড়ে। ইহাই আলোক মণ্ডল (Photosphere)। দূরবীক্ষণে দেখিতে পাওয়া যায় মাঝখান অপেক্ষা সূর্যের ধারের উজ্জলতা অনেক কম। চন্দ্রের কলঙ্কের ন্যায় ইহাতে কাল কাল অনেকগুলি সৌর কলঙ্ক (Sun-spot) দেখা যায়। ইহাদের আকৃতি এবং আয়তন নানা বকমেব। এক একটি কলঙ্ক



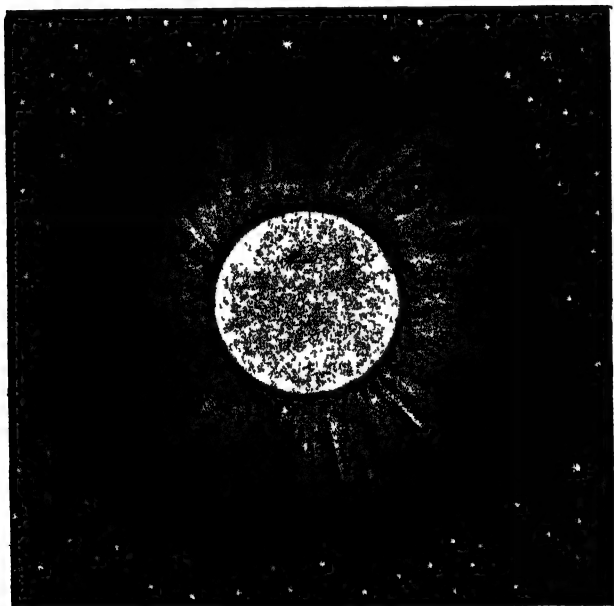
১৮ নং চিত্র—সৌর কলঙ্ক

আয়তনে আমাদের পৃথিবী অপেক্ষা অনেক গুণ বড়। ইহাদের মধ্যভাগ গাঢ় কৃষ্ণবর্ণ কিন্তু চারিদিক অপেক্ষাকৃত বহু কাল। একটি নির্দিষ্ট বৎসব হইতে এগাব বৎসব অন্তর কলঙ্কগুলির সংখ্যা এক বৎসরের জন্ত বাড়িয়া যায়। ১৯০৬, ১৯১৭ এবং ১৯২৮ সালে সৌরকলঙ্কের সংখ্যা বাড়িয়া গিয়াছিল।

বৈজ্ঞানিকগণ স্থির করিয়াছেন অত্যধিক চাপে সূর্যগর্ভস্থ উষ্ণ বাষ্পবাশি আগ্নেয়গিরির ন্যায় পাতাল জোবে বাহির হইয়া আসিলে যে গর্ত হয় তাহা চারিপাশে ঐ সকল বাষ্প বাশি ছুড়াইয়া পড়ে এবং অপেক্ষাকৃত শীতল হয়, কাজেই ইহাদের জ্যোতিও কমিয়া যায়। সেইজন্য সৌরকলঙ্কের মধ্যভাগ অপেক্ষা প্রান্তভাগ কম কাল দেখায়।

কাল কাচের ভিতর দিয়া অনেক সময় বড় বড় সৌর-কলঙ্কগুলি দেখিতে পাওয়া যায়। কয়েকদিন উপর্যুপরি ঐ কলঙ্কগুলিকে লক্ষ্য করিলে দেখা যায়

যেন ইহাব। পূর্ব দিক হইতে পশ্চিম দিকে সবিনা যায় এবং সাতাশ দিন অন্তর ইহাদের পূর্বের অবস্থান ফিবিয়া আসে। তাহা হইলে আমবা ইহা অনুমান কবিতে পারি পৃথিবীর গ্রাম সূর্যও ইহাব অক্ষের চারিদিকে ঘূবে। সৌর-কলঙ্গুলি ইহাব পৃষ্ঠের উপর থাকিয়া ২৭ দিনে একবার আবর্তন কবে বলিয়া মনে হয়—কিন্তু সেই সময়ে পৃথিবীও খানিকটা ঘূবিয়া যায়। তাহা হইলে সূর্যের নিজের অক্ষের চারিদিকে ঘুরিতে যে সময় লাগে তাহা ঐ সৌর-কলঙ্গুলির



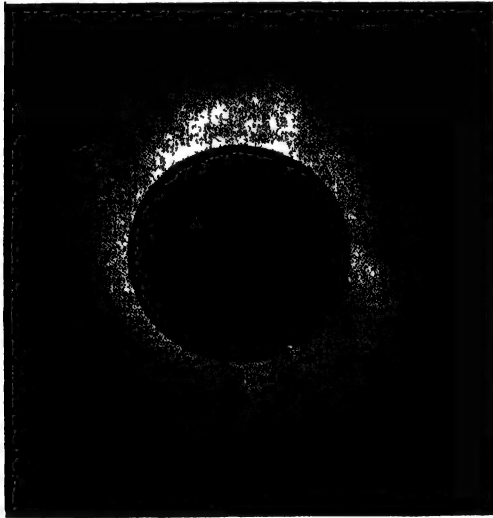
১৯ নং চিত্র—সৌর প্রক্ষেপ

আবর্তনের সময়াপেক্ষা কম। বস্তুত বৈজ্ঞানিকগণ স্থির কবিয়াছেন সৌর

কলঙ্কগুলি যদিও ২৭ দিনে একবাৰ আবৰ্তন কৰিতেছে বলিয়া মনে হয় বটে সূৰ্য্য কিন্তু ইহাৰ অক্ষৰ চাৰিপাশে মাত্ৰ ২৫৬ দিনে একবাৰ আবৰ্তন কৰে।

বৰ্ণমণ্ডল :—সূৰ্য্যৰ আলোক মণ্ডলেৰ ভিতৰে চাৰিডিকে যে বাষ্পময় উজ্জ্বল আবৰণ দেখা যায় তাহাই সূৰ্য্যৰ **বৰ্ণমণ্ডল** (Chromosphere)। ইহা নানা প্ৰকাৰ ধাতু-বাষ্পৰ সমষ্টি এবং ইহাৰ জন্তু সূৰ্য্যৰ আলো বা তাপ আমবা কম পাই। এই আবৰণ না থাকিলে আবণ্ড অধিক তাপ এবং আলো সূৰ্য্য হইতে আসিত।

পূৰ্বে বলা হইয়াছে বাষ্পময় পিণ্ড বলিয়া সূৰ্য্যৰ পৃষ্ঠ সমতল নহয়। সূৰ্য্যৰ আভ্যন্তৰীণ উত্তাপেৰ জন্তু ইহাৰ গৰ্ভ হইতে বাষ্পবাশি বাহিৰে উৎক্ষিপ্ত হইয়া ইহাৰ



২০ নং চিত্ৰ—ছটা মণ্ডল

পৃষ্ঠদেশে আলোড়িত কৰিতেছে। ফলে একাটি পৰিচলন স্ৰোতেৰ সৃষ্টি

এবং এই পবিচলন স্রোতের জন্ত বর্ণমণ্ডল হইতে সর্বদা জলন্ত বাষ্প উৎসর্গ দিকে উৎক্ষিপ্ত হইয়া যে বিবট অগ্নিশিখাব সৃষ্টি কবে তাহাই সৌর-প্রক্ষেপ (Corona)। পূর্ণ-গ্রাস সূর্য-গ্রহণের সময় সূর্যের আবৃত অংশের চাবিদিকে ইহাদিগকে মুকুট-শীর্ষেব্‌ ত্রায় দেখা যায় বলিয়া অনল শিখা গুলিকে **ছটামুকুট** এবং সমস্ত মণ্ডলটিকে **ছটামণ্ডল** বলা হয়, বস্তুত সৌর-প্রক্ষেপ ছটামুকুট বা ছটামণ্ডল এক। সূর্যের বাহিবে লক্ষ লক্ষ মাইল ব্যাপিয়া ছটামুকুটের বিস্তৃতি দেখা যায়। সূর্যগ্রহণ না হইলে বর্ণমণ্ডল বা ছটা মণ্ডল কিছুই দেখা যায় না—সূর্যের তীব্র জ্যোতিব জন্ত ইহাবা অদৃশ্য হইয়া যায়। বর্ণমণ্ডল বক্তাভ কিন্তু ছটামণ্ডল শাদা।

সংক্ষেপ :—সূর্য একটি জলন্ত বাষ্পপিণ্ড—পৃথিবী হইতে ন্যূনকোটি ত্রিশলক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত। ইহার পৃষ্ঠের উষ্ণতা ছয় হাজার ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড এবং গর্ভেব উষ্ণতা সাতকোটি ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড। সূর্যের ব্যাস প্রায় আটলক্ষ ছয়শটি হাজাব পাঁচশত মাইল—পৃথিবীর ব্যাসের একশত দশগুণ বড়। সেই হিসাবে সূর্যের আয়তন পৃথিবীর আয়তন অপেক্ষা তেব লক্ষগুণ বড়। কিন্তু ইহা পৃথিবী অপেক্ষা মাত্র তিনলক্ষ তেত্রিশ হাজাব গুন বেশী ভারী। অর্থাৎ সূর্যের ঘনত্ব পৃথিবীর ঘনত্বের চারিভাগের এক ভাগ। সূর্যের ওজন প্রায় 6×10^{27} মন। পৃথিবীর স্রায় ইহাও নিজ অক্ষের চারি দিকে ঘুরিতেছে এবং একবার ঘুরিতে ২৫½ দিন লাগে। ইহাকে বেষ্টিন করিয়া বথাক্রমে আলোকমণ্ডল, বর্ণমণ্ডল এবং ছটামণ্ডল নামক তিনটি মণ্ডল আছে। বর্ণ-মণ্ডলের চাবিদিকে অগ্নি শিখাব স্রায় সৌর প্রক্ষেপ দেখা যায়। সূর্যের গায়ে যে কাল দাগ দেখা যায়, তাহাদিগকে সৌর কলঙ্ক বলা হয়। ইহাদেব আয়তন বিভিন্ন রকমেব।

তৃতীয় প্রশ্নমালা

১। সূর্যের বিস্তৃত বর্ণনা দাও। সূর্য না থাকিলে পৃথিবীতে জীব থাকা সম্ভব হইত কি? উত্তরের কারণ দাও। (Give a full description of the sun. Would life be possible on the earth without the sun? Give reasons for your answer.)

২। অনুক্ত পদ পূরণ কর :—সূর্য পৃথিবী হইতে— মাইল দূরে অবস্থিত। ইহার ব্যাস—মাইল, ওজন—মন। ইহার ঘনত্ব পৃথিবীর ঘনত্বের—গুন এবং ইহার আয়তন পৃথিবীর আয়তনের—গুন। (Fill up the gaps :—The sun is at a distance of—miles from the earth Its diameter is—miles, weight—maunds, Its density is—times that of the earth and volume—times that of the earth)

৩। সূর্যের মণ্ডল তিনটির সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। (Give brief descriptions of the three spheres of the sun)

৪। সংক্ষিপ্ত পবিচয় দাও :—সৌর কলক, বর্ণমণ্ডল, ছটামুকুট। (Give short-description of :—Sun spots, Chromosphere, Corona)

চতুর্থ পরিচ্ছেদ

গ্রহ জগৎ

একটি সূতাব এক প্রান্তে একটি, এবং তাহার পব আবও দু তিনটি টিল বাঁধিয়া উহাব অপব প্রান্ত ধবিয়া ঘূবাইলে দেখা যাইবে, যে হাতে সূতা ধবা

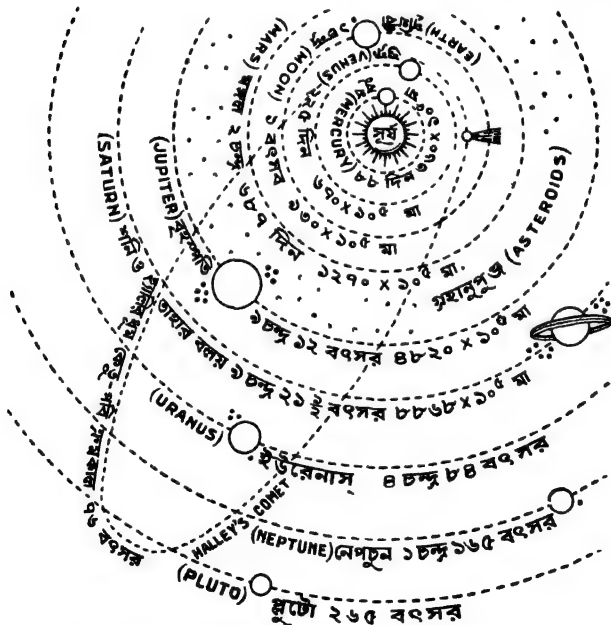


আছে সেই হাতকে কেন্দ্র কবিয়া টিলগুলি বৃত্তাকাব পথে ঘূবিতে থাকিবে। যে টিলটি হাত ইইতে দূবে থাকিবে তাহাব ভ্রমণ পথও বড হইবে এবং হাতের জোব সমস্ত টিল গুলিব গতি নিযন্ত্রিত কবিবে। এই কপ সূতকে কেন্দ্র কবিয়া গ্রহগুলি ইহাব চতুর্দিকে ঘূবিতেছে, অবশ্য গ্রহগুলিব সহিত কোন সূত্র, দড়ি বা চেন বাঁধা নাই যাহা ধবিয়া সূত্র গ্রহগুলিকে আপনাব চাবিদিকে ঘূবাইতেছে।

২১নং চিত্র—একটি বালক একসঙ্গে কতকগুলি টিল ঘূবাইতেছে

তাহাব পবিবর্তে আছে মাত্র গ্রহগুলির এবং সূর্যেব পবম্পব আকর্ষণ। এই আকর্ষণই গ্রহগণকে আপনাপন পথে অবস্থিত রাখিয়া ক্রায় বৃত্তাকাব পথে

সূর্যের চাৰিদিকে ঘুৰাইতেছে। তফাৎ এই যে হাত হইতে চিলগুলি যত দূরে থাকিবে চিলগুলির গতিও তত বেশী হইবে কিন্তু সূর্য হইতে গ্রহগুলি যত দূরে থাকে ততই তাহাদের গতি মন্থব হইয়া থাকে। একে গতি মন্থব, তাহাব উপর পথ অধিক, কাজেই সূর্যের চাৰিদিকে পৰিভ্রমণ কৰিতে দূরস্থ গ্রহগণের সময় অধিক লাগে। বধ গ্রহ সূর্যের সৰ্বাপেক্ষা নিকটে, কাজেই ইহাব পৰিভ্রমণ পথ সৰ্বাপেক্ষা ছোট অথচ গতি সৰ্বাপেক্ষা দ্রুত, সে জন্ত ভ্রমণ কাল সৰ্বাপেক্ষা কম। আমাদেব জানা শোনা গ্রহেব মধ্যে প্লুটোই সূর্য হইতে সৰ্বাধিক দূৰে,



২২ নং চিত্র—সূর্য হইতে গ্রহগণের দূরত্ব ও তাহাদের প্রদক্ষিণ কাল

তাই ইহাব গতি ষ্ণেগ সকল গ্রহের গতিবেগ অপেক্ষা কম এবং ইহার প্রতি

সূর্যের আকর্ষণ অত্যন্ত গ্রহগণের প্রতি আকর্ষণ অপেক্ষা কম। সূর্যের চাষিদিকে একবার পরিভ্রমণ কবিত্তে ইহাব সর্বাধিক সময় লাগিয়া থাকে। সূর্য হইতে গ্রহগণের দূরত্ব এবং তাহাদের সূর্যকে প্রদক্ষিণ কবিবার সময় চিত্রে দেখান হইল।

আজ পর্যন্ত আমবা নয়টি প্রকৃত গ্রহেব সন্ধান পাইয়াছি, বুধ (Mercury), শুক্র (Venus), পৃথিবী (Earth), মঙ্গল (Mars), বৃহস্পতি (Jupiter), শনি (Saturn), ইউরেনাস (Uranus), নেপচুন (Neptune) ও প্লুটো (Pluto)। নিচে ইহাদের সংক্ষিপ্ত বিবরণ ও পবিচয় দেওয়া হইল।

বুধ :—সূর্যের সর্বাপেক্ষা নিকটতম গ্রহ, সূর্য হইতে তিন কোটি ষাট লক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত এবং সূর্যের চাষিদিকে একবার ঘূরিয়া আসিতে ইহাব তিন মাস লাগিয়া থাকে। বুধ গ্রহ বিশেষ উজ্জ্বল নয়। সূর্যের খুব নিকটবর্তী বলিয়া সূর্য উঠিবার অল্প আগে ইহাকে উঠিতে দেখা যায় এবং সূর্যাস্তের পবে ইহা অস্ত যায়। অত্যন্ত গ্রহেব গায় ইহাকে অধিক সময় দেখা যায় না। সন্ধ্যা তাবা বা উষাতাবা রূপে ইহাকে বৎসরে মাত্র আটবার দেখা যায়। পণ্ডিতগণ গবেষণার দ্বাৰা স্থির কবিয়াছেন যে ইহাব উপবিভাগে পৃথিবীর ত্রায় বায়ুমণ্ডল নাই।

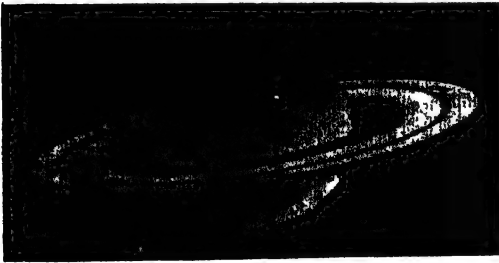
শুক্র :—সূর্য হইতে দ্বিতীয় হিসাবে বুধের পবে শুক্র। ইহা সূর্য হইতে ছয় কোটি সত্তর লক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত এবং সূর্যের চাষিদিকে ঘূরিয়া আসিতে ইহাব ২২৫ দিন লাগে। ইহা সর্বাপেক্ষা উজ্জ্বল গ্রহ, আমতনে বুধ অপেক্ষা বড়—প্রায় পৃথিবীর মত। ইহাকেও সন্ধ্যার সময় এবং ভোবের বেলা আকাশে দেখা যায়। ইহাকে সকল সময় মেঘে ঢাকা বলিয়া মনে হয়।

পৃথিবী :—শুক্রের পর পৃথিবী। পৃথিবী সম্বন্ধে তোমবা অনেক কথাই জান। ইহার একদিকে শুক্রগ্রহ অত্ৰাদিকে মঙ্গলগ্রহ। মঙ্গলই পৃথিবীর নিকটতম গ্রহ। ইহা শুক্র অপেক্ষা দ্বিগুণ বৃহত্তর।

মঙ্গল—সূর্য হইতে চৌদ্দকোটি একলক্ষ মাইল দূরে। সূর্যকে প্রদক্ষিণ কবিতে ইহাব ৬৮৭ দিন লাগিয়া থাকে। ইহাকে দৈর্ঘ্যেতে ঈষৎ লাল বর্ণের। ইহা পৃথিবী হইতে নিকটতম বলিয়া পৃথিবীর বৈজ্ঞানিকগণ ইহাব সহিত সম্বন্ধ স্থাপন কবিবাব যথেষ্ট চেষ্টা করিয়াছেন। মঙ্গল গ্রহে মাতৃষ আছে এই সিদ্ধান্তে উপনীত হইবাব পব কেহ কেহ এখান হইতে উজ্জল আলো মঙ্গল গ্রহে পাঠাইতে চেষ্টা কবিয়াছিলেন, কেহ কেহ বেতাব বার্তা প্রেরণ কবিবাব চেষ্টা কবিয়াছিলেন, অবশ্য তাঁহাদের সকল চেষ্টাই বার্থ হইয়াছে। মঙ্গল গ্রহ কিন্তু আকাবে পৃথিবী অপেক্ষা ছোট। পৃথিবীর ন্যায় ইহা নিজ মেরুদণ্ডেব চাৰিদিকে ঘুবিতেছে।

বৃহস্পতি :—সূর্য হইতে আটচল্লিশ কোটি দুই লক্ষ মাইল দূরে এবং বাব বৎসবে একবাব সূর্যেব চাৰিদিকে ঘুবিয়া আসে। ইহা গ্রহগণেব মধ্যে সর্বাপেক্ষা বড়, আকাবে পৃথিবী হইতে প্রায় ১২০০ বাব শত গুণ বড়। ইহা আপন মেরুদণ্ডেব চাৰিদিকে ঘুবিতেছে।

শনি :—ইহাব আকাব একটু বিচিত্র ধৰণেব। গোল পিণ্ডকে ঘিবিয়া



২৩৫৭ চিত্র—শনিগ্রহ

একটি বলয় আছে, পিণ্ড এবং বলয় লইয়া শনি গ্রহ। ইহা সূর্য হইতে

চুম্বলিশ কোটি চাৰি লক্ষ মাইল দূৰে অবস্থিত এবং সূৰ্যকে প্ৰদক্ষিণ কৰিতে ইহাৰ ত্ৰিশ বৎসৰ লাগে। ইহা নিজৰ মেরুদণ্ডৰ চাৰিটিকে ঘূৰিতেছে।

ইউৰেনাস :—১৭৮১ খৃষ্টাব্দে হাৰ্শেল সাহেব এই গ্ৰহ আবিষ্কাৰ কৰেন। ইহা সূৰ্য হইতে একশত আটাত্তৰ কোটি মাইল দূৰে। সূৰ্যকে প্ৰদক্ষিণ কৰিতে ইহাৰ ৮৪ বৎসৰ ২৮ দিন লাগে। ইহা নিজৰ মেরুদণ্ডৰ চাৰিটিকে ঘূৰে।

নেপচুন :—সূৰ্য হইতে ইউৰেনাসের দূৰত্ব হিসাব কৰিবাব জগা যে আলোচনা হয় তাহাৰ ফলে ১৮৪৬ খৃষ্টাব্দে নেপচুন গ্ৰহ আবিষ্কৃত হয়। ইহা সূৰ্য হইতে দুইশত আটাত্তৰ কোটি মাইল দূৰে এবং সূৰ্যকে প্ৰদক্ষিণ কৰিতে ইহাৰ ১৬৬ বৎসৰ লাগে।

প্লুটো :—১৯২৪ সালেৰ মাৰ্চ মাসে আমেৰিকাৰ প্ৰসিদ্ধ বৈজ্ঞানিক কৰ্তৃক প্লুটো গ্ৰহ আবিষ্কৃত হয়। ইহা সূৰ্য হইতে চাৰিশত আঠাৰ কোটি মাইল দূৰে এবং সূৰ্যকে প্ৰদক্ষিণ কৰিতে ইহাৰ ২৪৬ বৎসৰ ২১৩ দিন লাগে। সূৰ্য হইতে ইহাই সৰ্বাপেক্ষা দূৰতম গ্ৰহ।

আকাৰ হিসাব কৰিয়া দেখিতে গোলক দেখা যায় বড় হইতে আৰম্ভ কৰিয়া যত সূৰ্য হইতে দূৰে যাওয়া যায় বৃহস্পতি পৰ্যন্ত ততই গ্ৰহগণেৰ আকাৰ বড় হইতে থাকে। মঙ্গল পৃথিবী অপেক্ষা ছোট কিন্তু বৃহস্পতি আকাৰ সৰ্বাপেক্ষা বড় গ্ৰহ। বৃহস্পতিৰ পৰ আকাৰ গ্ৰহগণেৰ আকাৰ কমিতে থাকে। প্লুটোৰ আকাৰ সৰ্বাপেক্ষা ক্ষুদ্ৰ বলিয়া প্ৰমাণিত হইয়াছে।

সূৰ্য হইতে গ্ৰহগণেৰ দূৰত্ব এবং সূৰ্যকে একবাৰ প্ৰদক্ষিণ কৰিতে যে সময় লাগে, ২২ নং চিত্ৰ সাহায্যে তাহা বুঝান হইয়াছে। সূৰ্য হইতে গ্ৰহগণেৰ দূৰত্ব হিসাব কৰিবাব যে গবেষণা হয় তাহাৰ ফলে কেপলাৰ যে সিদ্ধান্তে উপনীত হইয়াছিলেন তাহা নিচে দেওয়া হইল।

সপ্তদশ শতাব্দীৰ প্ৰাৰম্ভে **কেপলাৰ** (Kepler) নামক ডেনমাৰ্কবাসী জ্যোতিৰ্বিদ স্থিৰ কৰেন, কোন একটি গ্ৰহেৰ সূৰ্যকে প্ৰদক্ষিণ কৰিবাব কালৰ বৰ্গকে অপর একটি গ্ৰহেৰ সূৰ্যকে প্ৰদক্ষিণ কৰিবাব কালৰ বৰ্গ দিয়া ভাগ কৰিলে

যে সংখ্যা পাওয়া যায়, সূর্য হইতে পূর্বোক্ত গ্রহটির দূৰত্বের ঘনকে সূর্য হইতে অপব গ্রহটির দূৰত্বের ঘন দিয়া ভাগ কবিলেও সেই সংখ্যা পাওয়া যাইবে। অর্থাৎ অনুপাত দুইটি সমান। এই নিয়মে হিসাব কবিলে দেখা যায় মঙ্গল ও বৃহস্পতির মধ্যে আবও একটি গ্রহ থাকা উচিত। কেপলাবেব প্রায় দুই শত বৎসব পবে মঙ্গল ও বৃহস্পতির মধ্যে কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র গ্রহ একত্ৰ গ্রথিত দেখা যায়। ইহাদের সংখ্যা প্রায় বাব শত হইলেও সকল গুলিব সমবেত আয়তন, যে কোন একটি ক্ষুদ্রতম গ্রহেব আয়তন অপেক্ষা কম নয়। ইহাই হ'ল কেপলাবেব পূর্ব কথিত গ্রহ।

কেপলাবেব পব বোড (Bode) আব একটি সূত্রবাহিব কবিলেন। ০,৩ এবং ইহাব পব ক্রমশ দুই গুণ কবিয়া কয়েকটি সংখ্যা ধবা হইল। তাহা হইলে আগবা পাইলাম ০, ৩, ৬, ১২, ২৪, ৪৮, ৯৬, ১৯২ ইত্যাদি। প্রত্যেক সংখ্যায ৪ যোগ দিলে ৪, ৭, ১০, ১৬,

২৮, ৫২, ১০০, ১৯৬ হয়। বৃধ হইতে ২৪নং চিত্র—গ্রহগণেব আপেক্ষিক আকাব গ্রহগণেব দূরত্ব এই অনুপাতে হিসাব কবা হয়। এই হিসাবে বৃধেব সংখ্যা ৪, শুক্রেব ৭, পৃথিবী ১০ ইত্যাদি। কোন গ্রহেব সংখ্যাকে ১০ দিয়া ভাগ কবিয়া তাহাকে সূর্য হইতে পৃথিবী দূরত্ব দিয়া গুণ কবিলেই সূর্য হইতে সেই



গ্রহেব দূরত্ব পাওয়া যাইবে। মনে কবা যাউক সূর্য হইতে শনি গ্রহেব দূরত্ব বাহিব কবিতে হইবে। বোডেব তালিকা অমুযায়ী শনির সংখ্যা হইল ১০০। ১০০কে ১০ দিয়া ভাগ কবিয়া ৯ কোটি ৩০ লক্ষ মাইলকে সেই ভাগফল দিয়া গুণ করিলে সূর্য হইতে শনিব দূরত্ব পাওয়া যায়।

কিন্তু এই নিয়মেবও ব্যতিক্রম ঘটিল ইউরেনাসেব বেলাষ। সূর্য হইতে উক্ত হিসাবে প্লুটোব যত দূবে থাকে উচিত ঠিক তত দূবে থাকে না। কাৰণ নির্ণয় কবিতে গিয়া নেপচুনগ্রহ আবিষ্কৃত হইল। তাহাব আকর্ষণেই সূর্য হইতে ইউরেনাসেব হিসাব মত দূবত্বেব ব্যতিক্রম ঘটিয়াছে।

সূর্যকে কেন্দ্র কবিয়া গ্রহগণ ঘূৰিতেছে, আবাব গ্রহগণেব চাৰিদিকে তাহাদেব নিজ নিজ উপগ্রহ ঘূৰিতেছে। চন্দ্র পৃথিবীব উপগ্রহ। ইহা ২৯ দিনে পৃথিবীব চারিদিকে একবার ঘূরে। কোন কোন গ্রহেব একেব অপিক উপগ্রহ আছে। যে গ্রহেব আকাব যত বড়, সাধাবণত সেই গ্রহেব উপগ্রহেব সংখ্যা তত বেশী। বৃহস্পতিব নয়টি এবং বলয় ছাড়া শনিবও নয়টি এবং ইউরেনাসেব চাৰিটি উপগ্রহ আছে।

সংক্ষেপ :—সূর্যকে কেন্দ্র কবিয়া গ্রহগণ উহাব চারিদিকে ঘূৰিতেছে—আবাব গ্রহগণেব চাৰিদিকে উপগ্রহ ঘূৰিতেছে। আজ পর্যন্ত নয়টি গ্রহেব সন্ধান পাওয়া গিয়াছে। তন্মধ্যে বৃহ সূর্যেব নিকটতম এবং প্লুটো দূৰতম গ্রহ। দূবেব গ্রহগুলি সূর্যেব চাৰিদিকে একবার ঘূৰিয়া আসিতে দীর্ঘতর সময় লয়। সূর্য হইতে গ্রহগণেব দূরত্ব লইয়া কেপলাব যে সূত্র বাহিব করেন তাহার সাহায্যে অজ্ঞাত গ্রহগণেব অবস্থান বা দূরত্ব হিসাব কবিয়া বাহিব করা যায়।

চতুর্থ প্রশ্নমালা

১। পদপূরণ কর :—সূর্য হইতে গ্রহগণেব দূরত্ব যত হইবে, গ্রহগণেব গতি তত হইবে, সূর্যেব চারিদিকে একবার ঘূৰিণা আসিবার সময়ও তত হইবে।

(Fill up the gaps :—The . . . the distance of the planets from the sun, the . . . will be their velocity and the . . . will be the time of its complete revolution round the sun.)

২। সৰ্বাপেক্ষা বড় এবং ছোট গ্রহ দুইটির নাম কর ও তাহাদের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও।
(Give a brief account of the greatest and the smallest planets.)

৩। সূর্য হইতে কোন্ গ্রহের কত দূরত্ব এবং সূর্যকে প্রদক্ষিণ করিতে কাহার কত সময় লাগে তাহাদের একটি ক্রমিক তালিকা প্রস্তুত কর। (Tabulate the distances of the planets from the sun and the period of their complete revolution, in order)

৪। গ্রহাসমূহ এবং নেপচুন গ্রহ কিরূপে আবিষ্কৃত হইল এবং তাহার মূলে কি কি নৃত্র আছে লিখ। অথবা বোড এবং কেপলার সাহেবের নৃত্র কি বুঝাইয়া দাও। (Write, how the Asteroids and the Neptune were discovered and state the theory relating to their discovery. Or, Explain the theories of Bode and Kepler)

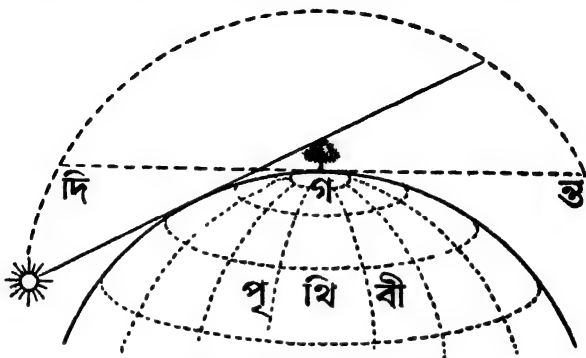
পঞ্চম পরিচ্ছেদ

সৌর বৎসর ও ঋতু

আপন মেঝদণ্ডেব চাবিদিকে ঘূৰিষা আসিতে পৃথিবীৰ একদিন বা ২৪ ঘণ্টা লাগে। পৃথিবীৰ এই আবত'নেব জগৎ ইহাব উপব দিন বাত্ৰি সৃষ্টি হয়। আমবা আপাত দৃষ্টিতে দেখি সকালে সূৰ্য পূৰ্ব দিগন্ত হইতে উঠিয়া ক্ৰমে দুপুবে মধ্য আকাশে উঠিয়া সন্ধ্যায় আবাব পশ্চিম দিগন্তে নামিয়া যায়। যতক্ষণ সূৰ্য দিগন্তেব উপব থাকে ততক্ষণ আমবা বোদ পাই, এই সময় দিন। কিন্তু দিগন্তেব নিচে নামিয়া গেলে আমবা বোদ পাই না। ক্ৰমে সূৰ্য যত দিগন্তেব নিচে নামিয়া যায় বলিয়া মনে হয় ততই অন্ধকাব পৃথিবীৰ একদিক জুড়িয়া বসে। এই বাপাবটি তোমাদেব সকলেবই জানা আছে। কিন্তু তোমাব সকলেই লক্ষ্য কৰিয়াছ ভোবেব সময় সূৰ্য দিগন্তেব উপব উঠিবাব কিছু আগেই বেশ ফৰ্ষা হইয়া যায়, কোন অদৃশ্য দেশেব আলো আসিয়া অন্ধকাব দূৰীভূত কৰিয়া দেয়। তখন ঐ আলো যে সূৰ্যেব তাহা মোটেই মনে হয় না। ক্ৰমে গাছ পালাব মাথাব উপব বোদেব ঝিকিঝিকি দেখা যায়। পবে এই বোদ ছড়াইয়া পড়ে। তেমনই সূৰ্য অন্ত যাঁইবাব পব বোদ ক্ৰমে ভূমি হইতে গাছপালাব মাথায় দেখা যায় পবে একেবাবে অদৃশ্য হয়, অথচ তখনও পৃথিবীতে আলো দেখা যায়। সকালে বোদ উঠিবাব পূৰ্বে সূৰ্যেব এই স্তিমিত আলো যতক্ষণ পাই তাহাকে **উষা** এবং সন্ধ্যাব ঠিক পূৰ্বেব ঐরূপ সময়কে **গোধূলি** (Twilight) বলে। বস্ত্তত উষা বা গোধূলি একই কাৰণে হইয়া থাকে।

চিত্র দেখিলে বেশ বুঝা যায় গাছটিব মাথায় সূৰ্যেব বশ্মি পড়িলেও উহাৰ পাদদেশে মোটেই সূৰ্যেব বশ্মি পৌছায় নাই। বৈজ্ঞানিকগণ স্থিৰ কৰিয়াছেন দিশ্ৰ হইতে ১৮° নিচে নামিয়া যাঁইতে যে সময় লাগে সেই সময় টুকুতে

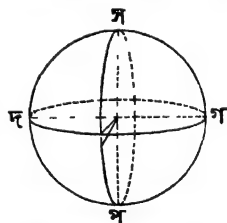
সূর্যের বশি না পাইলেও আমবা আলোক পাই, অন্ধকার থাকে না—কাজেই



২৫ নং চিত্র—গোধূলির সময় সূর্যের অবস্থান

এই সময় গোধূলি। কিন্তু দিগন্তের নিচে 1৮° নামিতে সূর্যের সকল দেশে একই সময় লাগে না। কাজেই বিভিন্ন দেশে গোধূলির দৈর্ঘ্য বিভিন্ন।

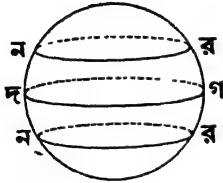
নিরক্ষ প্রদেশে গোধূলির দৈর্ঘ্য :—নিরক্ষ প্রদেশে সূর্যের পথ স প দিগন্ত বেখা দ গ এবং সহিত সমকোণী ভাবে থাকে। কাজেই চক্রবাল বা দিগন্ত হইতে এই খাড়াপথ ধরিয়া 1৮° ডিগ্রী যাইতে সূর্যের যে সময় লাগে তাহা সূর্যের অন্য সকল স্থানে এইরূপ চক্রবালের নিচে 1৮° পথ যাইবার সময় অপেক্ষা কম।



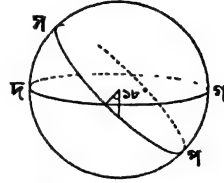
২৬নং চিত্র—নিরক্ষ প্রদেশে গোধূলির দৈর্ঘ্য

মেরুপ্রদেশে গোধূলি :—তোমবা হযত ভূগোলে পড়িয়াছ মেরুপ্রদেশে ছয়মাস দিন ও ছয় মাস রাত্রি। সেখানে দিগন্ত বেখা দ গ ও নিরক্ষ বৃত্ত ন র সমান্তরাল হইয়া যায় এবং সূর্যের পথ উহাদের সহিত $২৩\frac{১}{২}^\circ$ কোণ করিয়া অবস্থিত থাকে। কাজেই সূর্য সেখানে ছয় মাস চক্রবালের উপরে $২৩\frac{১}{২}^\circ$ পর্যন্ত উঠে উঠে এবং ছয়মাস চক্রবালের নিচে $২৩\frac{১}{২}^\circ$ পর্যন্ত নামিয়া যায়। কিন্তু সূর্যের চক্রবালের

১৮° নিচে যাওয়া পর্যন্ত সময় গোধূলি। অতএব যে ছয় মাসে সূর্য চক্রবালের নিচে $২৩\frac{১}{২}^\circ$ পর্যন্ত থাকে তাহাব বেশীভাগ সময়ই নিচে ১৮° ডিগ্রীর মধ্যে



২৭নং চিত্র—মেরু প্রদেশে গোধূলি



২৮নং চিত্র—নিবক্ষ প্রদেশ ও মেরু
প্রদেশের মধ্যবর্তী প্রদেশে গোধূলি

থাকে। কাজেই সেই সময় গোধূলি। অতএব মেরুদেশে যে ছয়মাস বাত্রি বলিয়া আমবা ধবি তাহাব অধিকাংশ সময়ই গোধূলি। অতএব এত দীর্ঘ বাত্রি বলিয়া আমাদের প্রাণে যে এক অজ্ঞাত আতঙ্কের সৃষ্টি হয় প্রকৃত পক্ষে মেরুপ্রদেশের লোক ততটা আতঙ্ক অনুভব করে না। নিবক্ষ প্রদেশ ও মেরুপ্রদেশের মধ্যবর্তী স্থানে কি হয় দেখ। সূর্যের পথ স প এবং দিগন্ত দ গ পবম্পব একটি কোণ কবিয়া অবস্থিত। কাজেই সূর্য তিথক পথ দিয়া দিগন্তে নামিয়া যায়। নিবক্ষ প্রদেশ হইতে যতই মেরুব দিকে যাওয়া যাইবে এই তিথকতা ততই বাড়িতে থাকিবে। এই তিথক পথে ১৮ ডিগ্রী নামিতে যে সময় লাগে খাদাপথে সেই ১৮° ডিগ্রী যাইতে তদপেক্ষা অনেক কম সময় লাগে। মেরু প্রদেশে এই তিথকতা সর্বাপেক্ষা অধিক। অতএব এই সকল স্থানে গোধূলি, মেরুপ্রদেশের গোধূলি অপেক্ষা কম অথচ নিবক্ষ প্রদেশের গোধূলি অপেক্ষা দীর্ঘ। তাহা হইলে দেখা গেল নিবক্ষ প্রদেশে গোধূলির স্থায়িত্ব সর্বাপেক্ষা কম, মেরু প্রদেশে সর্বাপেক্ষা অধিক এবং মধ্যবর্তী দেশ সমূহে আন্তর্যাতিক ভাবে কম বেশী।

সৌর ও সমক দিন :—একবার সূর্য আকাশের সর্বোচ্চ স্থান হইতে পুনরায় আকাশের সর্বোচ্চ স্থানে উঠিবার মধ্যবর্তী সময়কে সৌর দিন

(Solar day) বলা হয়। কিন্তু পৃথিবীর আফ্রিক গতিব সহিত সূর্যের চাৰিদিকে ঘূৰিবাব জন্ত ইহাব বার্ষিক গতি থাকায় উপযুক্ত সময়টুকু সমান থাকে না, কখনও ২৪ ঘণ্টা হয় কখনও ২৪ ঘণ্টাব কম আৰাব কখনও বা ২৪ ঘণ্টাব বেশী হইয়া থাকে। বৎসবে এই সমস্ত দিনগুলিব গড় ধৰিয়া আমবা পুৰা ২৪ ঘণ্টায় একদিন ধৰিয়া লইয়াছি, ইহাকেই **সমক দিন** (Mean Solar day) বলে। বৎসবেব মধ্যে ৮ই আশ্বিন ও ৮ই চৈত্র সৌৰ দিন ও সমক দিন সমান। ঐ দুই দিনেব, বাক্তি ও দিনেব স্থায়িক সময় সমান।

সৌর ও লৌকিক বৎসর :—পূৰ্বে ধাবণা ছিল ৩৬৫ দিনে পৃথিবী একবাব সূর্যেৰ চাৰিদিকে ঘূৰিয়া আসে। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে সূর্যেৰ চাৰিদিকে একবাব ঘূৰিয়া আসিতে পৃথিবীর প্রায় ৩৬৫ দিন ৫ ঘণ্টা ৪৮ মিনিট ৪৭½ সেকেণ্ড সময় লাগিয়া থাকে—এই সময়টুকুই **সৌর বৎসর** (Solar year) বলিয়া কথিত হইয়া থাকে। এইরূপ খণ্ড দিন সংখ্যা লইয়া বৎসব গণনা কৰিতে হইলে অনেক অন্তৰবিধায় পড়িতে হয়। তাই পণ্ডিতগণ সম্পূর্ণ অথও সংখ্যক দিন লইয়া **লৌকিক বৎসর** (Civil year) গণনা কৰিয়া থাকেন। সেই হিসাবে ৩৬৫ সমক দিনে এক লৌকিক বৎসব।

মল বৎসর :—খৃষ্ট পূৰ্ব ৪৬ অব্দে বোম সম্রাট জুলিয়াস সীজাব স্থিব কৰিলেন সূর্যকে প্রদক্ষিণ কৰিতে পৃথিবীর ৩৬৫ দিন ৬ ঘণ্টা লাগে। উপযুক্ত উপায়ে হিসাব কৰিলে দেখা যায় সৌৰ বৎসব এবং লৌকিক বৎসবে মোটামুটি প্রায় ৬ ঘণ্টা তফাৎ হইয়া যায়। তাহা হইলে প্রতি চাৰি বৎসবে একদিনেব তফাৎ হইয়া যাইবে। সেইজন্ত কোন একটি নিদিষ্ট বৎসব হইতে চতুর্থ বৎসবেব দিন সংখ্যায় ১ দিন বেশী ধৰিতে হয়। সেই বৎসব মোট দিন সংখ্যা ৩৬৬। এইরূপ বৎসবকে **মল বৎসর** (Leap year বা Bissextile year) বলা হয়। তাহা হইলে পব পব চারি বৎসবে দিন সংখ্যা $৩৬৫ \times ৪ + ১ = ১৪৬১$ । বোম সম্রাটেৰ নামানুসারে এইরূপ দিনপঞ্জিব নাম **জুলিয়ান ক্যালেন্ডার** (Julian calendar)।

কিন্তু ইহাতেও কিছু ভুল থাকিয়া যায়। পূর্বে বলা হইয়াছে প্রায় ৩৬৫ দিঃ ৫ ঘঃ ৪৭ মিঃ ৪৭ই সেঃ এক সৌর বৎসর হয়। তাহা হইলে ৩৬৫ দিন ৬ ঘণ্টায় এক বৎসর ধবিলে প্রতি বৎসবে ১১ মিনিট বেশী ধবা হয়। ইহাতে প্রতি ৪০০ বৎসবে ৩ দিন বেশী ধবা হয়। এই ভুল সংশোধন করিবাব জগু প্রতি চাৰিশত বৎসবে পূর্বোক্ত নিয়মে গণিত দিন সংখ্যা হইতে ৩ বাদ দেওয়া হয়। তাহা হইলে ইংরাজী গণনায় দেখা যায়—যে সনকে ৪ দিয়া নিঃশেষে ভাগ করা যাইতে পারে তাহাবাই মল বৎসর, কিন্তু যে সনগুলি শতাব্দী অর্থাৎ যে সনের শেষে দুইটি শূন্য থাকে তাহাবা ৪০০ দিয়া বিভাজ্য হইলে তবে মল বৎসর হইবে নতুবা নয়। সেইরূপ হিসাব করিলে দেখা যায় ১৮৪০, ১২৩৬, ১২৩২, ১৬০০, ১২০০ প্রভৃতি সনগুলি মল বৎসর, কিন্তু ১২৩৭, ১২৩৮, ১২২২, ১২১৭ ১২০০, ১৩০০, ২০০০ প্রভৃতি সনগুলি মল বৎসর নয়। মল বৎসরের ফেব্রুয়ারী মাসে একদিন বেশী ধবা হয়। ১৫৫২ খৃষ্টাব্দে পোপ ত্রয়োদশ গ্রীগরী (Pope Gregory XIII) এইরূপ পঞ্জিকা সংস্কার করেন বলিয়া এইরূপ দিনপঞ্জীর নাম গ্রীগরীয় ক্যালেন্ডার (Gregorian calendar)।

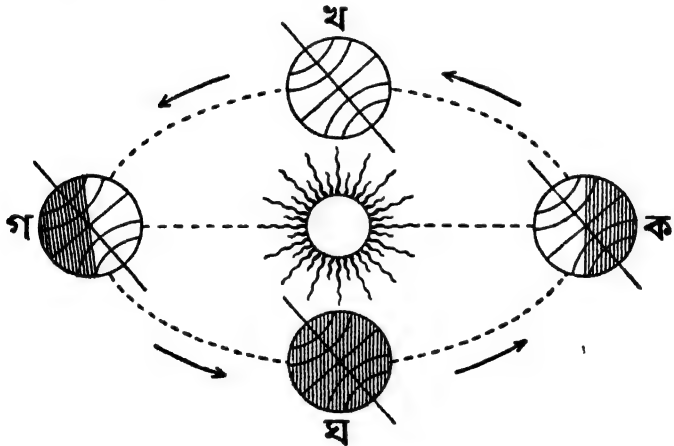
ভাবতীয় হিসাবে প্রতি মাসের দিন সংখ্যা ইংরাজী মাসের দিন সংখ্যাব
তায় স্থির নহে। কাজেই ভাবতীয় হিসাবে একরূপ ভাবে বৎসর গণনা হয় না।
এপ্রিল মাসের ১৪ই হইতে ৩১শে ডিসেম্বর পর্যন্ত ঈ-বাজী সন হইতে ৫২৩
বিয়োগ করিলে এবং ১লা জামুয়ারী হইতে ১৩ই এপ্রিল পর্যন্ত ইংরাজী সন
হইতে ৫২৪ বিয়োগ করিলে বঙ্গাব্দ পাওয়া যায়।

ভাবতীয় হিসাবে সূর্য এক এক বাশিতে যতদিন অবস্থান করে নির্দিষ্ট
মাসগুলি ঠিক তত দিনে হয়। সূর্য যখন এক বাশি ছাড়িয়া অপব বাশিতে
প্রবেশ করে তখনই সংক্রান্তি। কিন্তু প্রত্যেক বৎসরের নির্দিষ্ট মাসগুলির
দিন সংখ্যা সমান থাকে না। কোন বৎসর বৈশাখ মাস ৩১ দিনে হয় আবার
কোন বৎসরের বৈশাখ মাস ৩০ দিনেও হয়।

মনে রাখিও সাধাবণ বৎসরের প্রথম দিন যে বার শেষ দিনও সেই বার এবং

মল বীংসরেব প্রথম দিন যে বাব, শেষেব দিন তাহাব পববর্তী বাব হইবে। ইহাব কাৰণ অবশ্য তোমবা নিজেবাই স্থিৰ কৰিতে পাৰ।

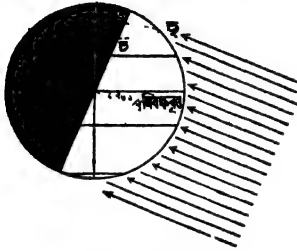
ঋতু পরিবর্তন—পৃথিবী সূৰ্যেব চাৰিদিকে ঘূৰিলেও আমরা লক্ষ্য কৰিয়া থাকি ধ্রুব নক্ষত্রেব তুলনায় ইহাব অবস্থান অপরিবৰ্তনীয়। ইহা হইতে আমবা ধৰিয়া লইতে পাৰি পৃথিবীৰ মেরুদণ্ডেব (Axis) অবস্থান একই প্রকাৰ। সূৰ্যেব চাৰিদিকে পৃথিবী যখনই যেখানে থাকুক না কেন মেরুদণ্ডেব অবস্থান সকল সময়েই পবম্পব সমান্তৰাল। কিন্তু পৃথিবীৰ পৰিভ্রমণ কৰিবাব পথ যে তলে অবস্থিত কল্পনা কৰা হয় তাহাব সহিত পৃথিবীৰ বিষুববেখা যে তলে অবস্থিত সেই তলটি ২৩ ডিগ্রী ২৮ মি: কোণ কৰিয়া অবস্থিত। পৃথিবীৰ মেরুদণ্ড, বিষুববেখাব তলেব উপব লম্বভাবে অবস্থিত। তাহা হইলে পৃথিবীৰ মেরুদণ্ড সূৰ্যেব পৰিভ্রমণ পথেব



২৯নং চিত্র—ঋতু পরিবর্তন

স্তলের সহিত ৬৬ ডিগ্রী ৩২ মি: কোণ কৰিয়া অবস্থিত। পৃথিবীৰ মেরুদণ্ড সূৰ্যেব পৰিভ্রমণ পথেৰ তলেৰ সহিত তিৰ্যক ভাবে আছে বলিয়াই ঋতু পরিবর্তন হয়।

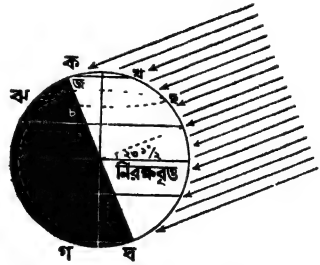
২০ নং চিত্রে সূর্য, সূর্যের চারিদিকে পৃথিবীর পবিত্রমণ পথ এবং বংশবের চারটি নির্দিষ্ট দিনের পৃথিবীর অবস্থান দেখান হইল। পৃথিবীর উত্তর এবং দক্ষিণ মেরু বৃত্ত দুইটি, ক্রান্তি বৃত্ত দুইটি ও নিবক্ষ বৃত্ত ইহাতে প্রদর্শিত হইল। ক খ গ ও ঘ এই চারটি অবস্থান।



২১শে ডিসেম্বর (গ) অবস্থান) পৃথিবীর উত্তর মেরু হেলিয়া সূর্য হইতে সর্বাধিক দূরে থাকে। ফলে উত্তর মেরু, পৃথিবীর কেন্দ্র ও সূর্যের কেন্দ্র যোগ করিলে যে কোণ পাওয়া যায় সেই কোণটি ঐদিন বৃহত্তম অর্থাৎ $২০^{\circ} + ২৩^{\circ} ২৮' = ১১৩ ২৮'$ হয়। ঐদিন সূর্য মেরু ক্রান্তিতে

৩০ নং চিত্র—সূর্যের মেরু ক্রান্তিতে অবস্থান (Tropic of capricorn) খাড়াভাবে কিরণ দেয়। ৩০ নং চিত্রে ব্যাপাবটি বিশদ ভাবে বুঝাবে। চ ছ জ বৃত্তটির অধিকাংশ অক্ষব্রমণ আছে, অল্পই সূর্য কর্তৃক আলোকিত হইয়াছে। ঐদিন সবাপেক্ষা দিন ছোট হয়। ঐদিন উত্তর মেরুর ছয় মাস দীর্ঘ বাত্রির মধ্য বাত্রি এবং দক্ষিণ মেরুতে ছয় মাস দিনের মধ্য দিন।

২১শে জুন (২০ নং চিত্র ক) ঠিক বিপরীত অবস্থা ঘটে। উত্তর মেরু সূর্যের দিকে হেলিয়া থাকে এবং এই অবস্থায় পূর্বোক্ত কোণ $২০^{\circ} - ২৩^{\circ} ২৮' = ৬৬ ৩২'$ । এই দিন সূর্য কর্কট ক্রান্তির (Tropic of cancer) উপর খাড়াভাবে কিরণ দেয়। এই সময় উত্তর মেরুতে ছয় মাস ব্যাপী দিনের মধ্যদিন এবং দক্ষিণ মেরুতে ছয় মাস বাত্রির মধ্যবাত্রি। ৩১ নং



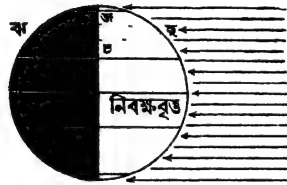
৩১ নং চিত্র—সূর্যের কর্কট ক্রান্তিতে অবস্থান

চিত্রে দেখ চ ছ জ ঝ বৃত্তের অধিকাংশ আলোকিত হইয়াছে। এইদিন, দিন সবচেয়ে বড়।

১০ই চৈত্র এবং ১০ই আশ্বিন পূর্বোক্ত কোণ সমকোণ হয়। আলো এবং অন্ধ-কাবেব সীমা এই দুই দিন দুই মেরু দিয়া যায় বলিয়া এই দুই দিন, দিন রাত্রি সমান (৩২ নং চিত্র)।

ধৰিতে গেলে ঋতু প্রধানত চাৰিটি—শীত, বসন্ত, গ্রীষ্ম ও শবৎ। কিন্তু বৃষ্টির জন্ত বর্ষা বলিয়া আমাদের সুবিধামত একটি ঋতু কল্পনা কৰিয়াছি এবং সেইরূপ হেমন্তও একটি ঋতু।

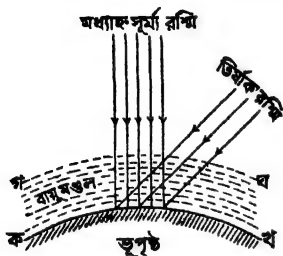
তাহা হইলে দেখা গেল ২১শে ডিসেম্বৰ (১০ই পৌষ) সূৰ্য মকৰ ক্রান্তিব উপৰ খাড়াভাবে কিৰণ দেয়। ঐদিন উত্তৰ গোলাৰ্ধেব সকল স্থানেই দিন বৃহত্তম এবং বাত্ৰি ক্ষুদ্রতম এবং দক্ষিণ গোলাৰ্ধেব দিন ক্ষুদ্রতম ও বাত্ৰি বৃহত্তম। আবার ২১শে জুন (১০ই আষাঢ়) ঠিক ইহাব বিপৰীত ব্যাপাব ঘটে। ঐদিন সূৰ্য কৰ্কট ক্রান্তিব উপৰ খাড়াভাবে কিৰণ দেয় এবং ঐ দিন উত্তৰ গোলাৰ্ধেব সকল স্থানে দিন ক্ষুদ্রতম এবং বাত্ৰি দীৰ্ঘতম অথচ দক্ষিণ গোলাৰ্ধেব সকল স্থানে দিন দীৰ্ঘতম এবং বাত্ৰি ক্ষুদ্রতম।



৩২নং চিত্র—সূৰ্যেব নিবক্ষু বৃত্তে খাড়া
কিৰণ দান

তোমরা সকলেই জান, দুপূবে সূৰ্য যখন আমাদের মাথাৰ উপবে উঠে তখন তাহাব তেজ যেমন প্রখৰ, সকালে পূৰ্বাকাশে ইহা যখন উঠিতে থাকে, কিংবা বৈকালে পশ্চিমাাকাশে যখন চলিয়া পড়ে, তখন তেমন প্রখর নয়। সূৰ্য যে বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন পরিমাণ তাপ দিতেছে তাহা নহে, ইহা সকল সময়েই সমভাবে তাপ দেয়, কিন্তু পৃথিবী উহাব যে অংশ পাইতেছে তাহা সকল সময় সমান নয়। ইহান্তু কাৰণ দুপূবে সূৰ্যকিৰণ লম্বভাবে কিংবা প্রায় লম্বভাবে

ভূপৃষ্ঠে পড়ে, কিন্তু সকালে ও বৈকালে ইহা তির্যকভাবে পড়ে। চিত্রে দেখ, কখন ভূপৃষ্ঠের অংশ বিশেষে লম্বভাবে আসিলে যে পরিমাণ সূর্য কিরণ পড়ে



৩৩নং চিত্র—ভূপৃষ্ঠে সূর্যকিরণ সম্প্রদায়

তির্যকভাবে আসিলে তদপেক্ষা কম পরিমাণ কিরণ পড়ে। সূর্যত্বাংশে শোষণ ব্যাপাবে স্থানটি কম উত্তাপ পায়। তাহা ছাড়া সূর্যবশ্মিকে পৃথিবীতে আসিতে হইলে কখনো বায়ুমণ্ডল ভেদ করিয়া আসিতে হয়। এই বায়ুমণ্ডলের জলীয় বাষ্প, ধূলিকণা ইত্যাদি কিঞ্চিৎ পরিমাণে সূর্যতাপ

শোষণ করিয়া লয়। চিত্র দেখিলে স্পষ্টই বুঝিতে পারিবে যে তির্যক ভাবে বশ্মি পড়িলে তাহাকে বায়ুমণ্ডল ভেদ করিয়া আসিতে অধিকতর পথ অতিক্রম করিতে হয়, কাজে কাজেই ইহাতেও সূর্যবশ্মির তেজ মন্দীভূত হয়। এইজন্য আমবা সকাল ও বৈকাল অপেক্ষা **দুপুরে বেশী তাপ** পাই।

ঠিক এইপ্রকার কারণেই **শীতঋতুতে ও গ্রীষ্মকালে তাপের তারতম্য** হয়। গ্রীষ্মকালে সূর্য ঠিক আমাদের মাথাব উপর দিয়া চলে, কিন্তু শীতকালে দক্ষিণ দিকে একটু হেলিয়া আকাশপথে যায়, এইজন্য শীতকালে সূর্যকিরণ তির্যকভাবে পৃথিবীতে পড়ে। ইহাব ফলে শীতকালে আমবা সূর্যতাপ কম পাই। ইহা ছাড়া গ্রীষ্মের দিন শীতের দিন অপেক্ষা বড় হয়। আষাঢ় মাসের দিন প্রায় ১৩½ ঘণ্টা, কিন্তু পৌষ মাসের দিন মাত্র ১০½ ঘণ্টা। দিনমান বেশী হওয়ায় গ্রীষ্মকালে মোট তাপ বেশী পাওয়া যায়। এই একই কারণে নিবক্ষপ্রদেশ উষ্ণ, পক্ষান্তরে মেরুপ্রদেশ শীতল, কারণ সাবা বৎসরই সূর্যকিরণ প্রায় সোজাভাবে নিবক্ষপ্রদেশে পড়ে, কিন্তু মেরুপ্রদেশে বৎসরের সকল সময়ই তির্যকভাবে পড়িয়া থাকে।

উপরে বলা হইয়াছে যে, পূর্বাহ্ন ও অপরাহ্ন অপেক্ষা মধ্যাহ্নে আমরা

বেশী তাপ পাই। কিন্তু তাই বলিয়া পৃথিবী-পৃষ্ঠ ঠিক মধ্যাহ্নে সর্বাপেক্ষা উত্তপ্ত হয় না। ইহাব কারণ এই যে পৃথিবী সূর্য হইতে যেমন তাপ গ্রহণ করিতে থাকে, তেমনই সঙ্গে সঙ্গে তাপ বিকিরণও করে। পূর্কোহ্নে যে পরিমাণ তাপ শোষণ কবে, তাহার তুলনায় অতি অল্প তাপই বিকিরণ কবে, এইহেতু উত্তাপ জমিয়া ক্রমেই ভূপৃষ্ঠকে গরম কবে। বিকিরণের আব একটি নিয়ম এই যে, কোনও বস্তুব উষ্ণতা চতুর্পার্শ্বস্থ বস্তুব উষ্ণতা অপেক্ষা যতই অধিক হইবে, উহা হইতে বিকিরিত তাপের পরিমাণ ততই বেশী হইবে। অতএব বেলা পড়িবার সঙ্গে সঙ্গে ভূপৃষ্ঠ যেমন ক্রমশ গরম হইতে থাকে, উহা ততই বেশী তাপ বিকিরণ করিতে থাকে। বেলা দেড়টা দুইটার সময় পৃথিবীর তাপ-শোষণ ও বিকিরণের হার সমান হয়। তখন তাপ আব জমিতে পাবে না, যাহা কিছু জমিবার তাহা পূর্বেই জমিয়া থাকে। ভূপৃষ্ঠের এই সময়ের উষ্ণতা সর্বাপেক্ষা অধিক। তাহারপব বিকালের দিকে পৃথিবী যে পরিমাণ তাপ গ্রহণ কবে তদপেক্ষা অধিক তাপ বিকিরণ কবায় তাহার তাপক্ষয় হইতে থাকে। বাত্রেও এই তাপ-বিকিরণ-কার্য চলিতে থাকে।

সূর্য্যবশি পৃথিবীতে আসিবার সময় বিস্তৃত বায়ুকে প্রত্যক্ষভাবে মোটেই উত্তপ্ত কবে না বলিলেও চলে। উহা বায়ুমণ্ডলস্থ জলীয় বাষ্প, কার্বন ডাইঅক্সাইড, ধূলিকণা প্রভৃতিকে এবং শেষে পৃথিবীপৃষ্ঠে পড়িয়া পৃথিবীকে উত্তপ্ত কবে। এই উত্তপ্ত ভূপৃষ্ঠ এবং উত্তপ্ত জলীয় বাষ্প, কার্বন ডাইঅক্সাইড, ইত্যাদিৰ সংস্পর্শে আসিয়া, বিস্তৃত বায়ু পরিচালনক্রিয়াৰ দ্বাৰা উত্তপ্ত হয় ও উপরে উঠিতে থাকে। কিন্তু উপরের বায়ু নির্মল, সেখানে জলীয় বাষ্প এবং ধূলিকণা নাই। তাই পরিচালনক্রিয়াৰ দ্বাৰা উষ্ণোৎখিত বায়ু ক্রমেই শীতল হইয়া যায়। এই কারণে উষ্ণের বায়ু নিম্নের বায়ু অপেক্ষা শীতল।

“ভূপৃষ্ঠে আসিতে সূর্য্য বশ্মিকে যে পরিমাণ বায়ুস্তব ভেদ করিতে হয়, পর্বত

ଶିଖରେ ଆସିତେ ତଦପେକ୍ଷା ଅନେକ କମ ପରିମାଣ ବାୟୁବାଶି ଭେଦ କରିତେ ହୁଏ ।
 ଏହି ହିସାବେ ପର୍ବତ ଶିଖର ଢୁପୃଷ୍ଠ ଅପେକ୍ଷା ଗବମ ହଇବାବ କଥା । କିନ୍ତୁ ତୋମାଦେବ
 ମଧ୍ୟେ ଯାହାବା ଦାର୍ଜିଲିଂ ଗିରାଛ, ତାହାବା ଜ୍ଞାନ ଦାର୍ଜିଲିଂ କଲିକାତା ହଇତେ ଗବମ
 ନା ହଇଁୟା କତ ଠାଣ୍ଡା । ଇହାବ କାବଣ କି ? ତୀବ୍ରତବ ସୂର୍ଯ୍ୟକିରଣେ ପର୍ବତ ଶିଖର
 ନିମ୍ନଭୂମି ଅପେକ୍ଷା ବେଶୀ ତାପ ପାଇଲେଓ ଚତୁର୍ଦିକ ହଇତେ ଶୀତଳ ବାୟୁବାଶି ଆସିଯା
 ଇହାବ ତାପ ଫ୍ରୁଚ୍ଚ ପରିମାଣେ ହରଣ କରିଯା ଇହାକେ ଶୀତଳ ବବେ । ଅବିବକ୍ତ,
 ଢୁପୃଷ୍ଠେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳେବ ଜ୍ଞଳୀୟ ବାମ୍ପ, ଧୂଳିକଣା ଇତ୍ୟାଦି ସେମନ ଢୁପୃଷ୍ଠେବ ତାପ ବିକିରଣେ
 ବାଣା ଦେୟ, ପର୍ବତ ଶିଖରବେବ ନିର୍ମଳ ବାୟୁ ତାପ ବିକିରଣେ ସେକପ ବାନ୍ଧା ମୋଟେଇ ଦେୟ
 ନା । ଏହି ଦ୍ଵିବିଧ କାବଣେ ପର୍ବତ ଶିଖର ଅତ୍ୟନ୍ତ ଶୀତଳ ।

ଢୁପୃଷ୍ଠ ଯତନ ସୂର୍ଯ୍ୟକିରଣ ଦ୍ଵାବା ଉତ୍ତପ୍ତ ହୁଏ, ନିଚେବ ବାୟୁ ତାହାବ ସଂସ୍ପର୍ଶେ
 ଆସିଯା ଉତ୍ତପ୍ତ ହୁଏ ଏବଂ ପ୍ରସାବିତ ହଇଁୟା ଲଘୁ ହୁଏ । ତତନ ପରିଚଳନ କ୍ରିୟା
 ଆବଦ୍ଧ ହୁଏ—ଗବମ ବାୟୁ ଉପେବ ଉଠିଯା ଯାଏ ଏବଂ ପାର୍ଶ୍ଵବର୍ତ୍ତୀ ଶୀତଳ ବାୟୁ ଛୁଟିଯା
 ଆସେ । ଫଳେ ବାୟୁ ବାଶିତେ ବାତାସେବ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ।

ସୂର୍ଯ୍ୟକିରଣେବ ତାପେଇ ସମୁଦ୍ର, ନନ୍ଦନଦୀ ଓ ତଡାଗେବ ଜଳ ବାମ୍ପେ ପରିଣତ ହୁଏ ।
 ଜ୍ଞଳୀୟ ବାମ୍ପ ବାୟୁ ଅପେକ୍ଷା ଲଘୁ ବଳିଯା ଉପେବ ଉଠିତେ ଥାକେ ଏବଂ ଉଚ୍ଚନ୍ତରବେବ
 ଶୀତଳ ବାୟୁବ ସଂସ୍ପର୍ଶେ ଆସିଯା ଜମିଯା ମେସେବ ଉତ୍ତପନ୍ନି କାବ ଏବଂ ସେଇ ମେସ
 ହଇତେ ବୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ବୃଷ୍ଟିବ ଜଳ ଆବାବ ପର୍ବତ ଶାନ୍ତ୍ର ଓ ଢୁପୃଷ୍ଠ ବଢିଯା ନନ୍ଦନଦୀ
 ପୁଣି କବେଓ ଶେଷେ ସମୁଦ୍ରେ ଆସିଯା ପତିତ ହୁଏ । ବଂସବେବ ସେ ସମୟ ସର୍ବାଧିକ
 ବୃଷ୍ଟି ହୁଏ ସେଇ ସମୟ ଆଗାଦେବ ବର୍ଷାକାଳ ତାହା ପୂର୍ବେଇ ବଳା ହଇଁୟାଛେ ।

ପୃଥିବୀବ ସକଳ ସ୍ଥାନେ ବଂସବେବ ସକଳ ସମୟ ସୂର୍ଯ୍ୟ-ଏକଇକପ କିରଣ ଦେୟ
 ନା ବଳିଯା ଇହାବ ପୃଷ୍ଠେ ଶୀତଗ୍ରୀଷ୍ମେବ ତାରତମ୍ୟା ଲକ୍ଷିତ ହୁଏ । ଏହି ତାବତମ୍ୟାନ୍ତରାବେ
 ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠକେ ପାଞ୍ଚ ଭାଗେ ଭାଗ କବା ହୁଏ ।

ବିଷୁବ ରେଖା ହଇତେ ୨୩½° ଉତ୍ତରେ ଯକବ କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତ ଏବଂ ୨୩½° ଦକ୍ଷିଣେ
 କର୍କଟ-କ୍ରାନ୍ତି ବୃତ୍ତ । ଇହାବ ମଧ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀସ୍ଥାନେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ବାବମାସଇ କୋନ ନା କୋନ
 ତା ଶେ ଖାଡାଭାବେ କିରଣ ଦିଆ ଥାକେ । ଉକ୍ତ ବୃତ୍ତ ଦୁଇଟିକ ମଧ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ସେ କୋନ

স্থানে সূৰ্য খাড়া ভাবে কিৰণ দেয় এবং অল্প স্থানগুলিতে তিৰ্যকভাবে কিৰণ পড়ে, কিন্তু তিৰ্যকতা অধিক নহে। সেইজন্য এই অংশ পৃথিবীর অপবাংশ হইতে উষ্ণতৰ বলিয়া এই

স্থানটুকুৰ নাম **উষ্ণমণ্ডল**

(Torid zone)। স্তম্ভক এবং

কুমেরু বৃত্ত ২৩½° ডিগ্রী দুবে

যথাক্রমে **সুমেরু বৃত্ত** ও

কুমেরু বৃত্ত। স্তম্ভক বৃত্তেব

উত্তৰদিকে এবং কুমেরু বৃত্তেব

দক্ষিণ দিকে সূৰ্যবশিৰ তিৰ্যকত।

সকল সময়ে অৰিৰ বলিয়া ঐ

স্থানগুলি সৰ্বাপেক্ষা শীতল।

এই সকল স্থানে বাৰমাসই জল

জন্মিয়া বৰফ হইয়া থাকে।

তাঁই ইহাদেব নাম **হিমমণ্ডল**

(Frigid zones)। ক্রান্তিবৃত্তদ্বয় হইতে মেরু বৃত্তদ্বয়েব মধ্যবর্তী স্থান

তুইটিতে সূৰ্যবশিৰ তিৰ্যকতা মাঝামাঝি বলিয়া ঐ দুই স্থানে শীতেব বা গ্ৰীষ্মেব

তীব্রতা নাই। সেই জন্ত ঐ দুইটি স্থানেব নাম **নাতিশীতোষ্ণ মণ্ডল**

(Temperate zones)।

পৃথিবীর মেরুদণ্ড হেলিয়া থাকাব জন্তই পৃথিবীতে শীত গ্ৰীষ্ম, দিন বাত্ৰিব

অল্পাধিক স্থায়িত্ব ইত্যাদি এত বৈষম্য সৃষ্টি হইয়াছে। কিন্তু যদি পৃথিবীর মেরুদণ্ড

সূৰ্যেব চাৰিদিকে ঘূৰিবাব জন্ত পৃথিবীর পথেব তলেব সহিত সমকোণী ভাবে

খাৰিকত তবে এ সকল বৈষম্য কিছুই ঘটত না, পৃথিবীর সৰ্বত্র দিন বাত্ৰি

সমান হইত এবং শীত গ্ৰীষ্মেব অল্প তাবতম্য হইলেও এত অধিক হইত না।

• সংক্ষেপ :- পৃথিবী আপন মেরুদণ্ডেব চাৰিদিকে ঘূৰিয়া দিনরাত্রি সৃষ্টি কৰে। সূৰ্যেব

সুমেরু বা উত্তৰ মেরু



কুমেরু বা দক্ষিণ মেরু

৩৪ নং চিত্র—পৃথিবীর বিভাগ

চারিদিকে ঘুরিয়া আসিতে ইহা এক বৎসর লাগে। সৌর বৎসর ও লৌকিক বৎসর এক নহে। সৌরদিন বা সমক দিন উৎকৃষ্ট এক নহে। মল বৎসরের ক্ষেত্রমাত্রা মাস সাধারণ বৎসরের ক্ষেত্রমাত্রা মাস অপেক্ষা এক দিন বেশী। যে সকল ইংরাজী সালকে ৪ দিয়া নিঃশেষে ভাগ করা যায় তাহার মলবৎসর এবং যে সকল শতাব্দীকে ৪০০ দিয়া ভাগ করা যায় তাহার মল বৎসর। সাধারণ বৎসরের প্রথম দিন যে বার হয় শেষ দিনও সেই বার। পৃথিবী সূর্যের চারিদিকে যে পথে পরিভ্রমণ করে সেই পথের তলের চহিত পৃথিবীর মেরুদণ্ডের তির্যকতার জন্ত ঋতুপরিবর্তন হয়। মেরু-প্রদেশেব দিকে কখনও দিন যেমন রাত্রি অপেক্ষা বড় হয় আবার কখনও তেমনই রাত্রি অপেক্ষা দিন বড় হয়। নিরক্ষ প্রদেশে দিন রাত্রি সমান। নিরক্ষ প্রদেশ উষ্ণতম, কারণ বৎসরের সকল সময়ই সূর্য ইহার কোন না কোন অংশে ঝাড়া ভাবে কিরণ দেয়। পক্ষান্তরে মেরুপ্রদেশগুলি শীতলতম, কারণ বারমাসই সেখানে সূর্যের কিরণ তির্যক ভাবে পড়ে। সন্ধ্যা বা সকল অপেক্ষা দ্রুপরে এবং শীত অপেক্ষা গ্রীষ্মকালে সূর্যরশ্মি তীব্রতর হয়। ঠিক দ্রুপরে পৃথিবীপৃষ্ঠ অবিকতম উত্তপ্ত হয় না, একটু পরে হয়। উষ্ণের বায়ু সূর্যের নিকটতর হইলেও নিম্নেব বায়ু অপেক্ষা শীতল। শীত গ্রীষ্মের তারতম্য অনুসারে পৃথিবীর পৃষ্ঠ পাঁচ ভাগে বিভক্ত।

পঞ্চম প্রশ্নমালা

১। গোখলি বা উষা কেন হয়? কোন দেশে উষা কতক্ষণ স্থায়ী হয় তাহা কাবণ দ্বিধা লিখ। অথবা মেরু প্রদেশ অপেক্ষা নিরক্ষ প্রদেশেব গোখলির দৈর্ঘ্য বেশী কেন?

(Why do the twilights happen? State the reason in detail how it lasts in different countries? or Why the twilights in Polar regions are longer than those in equatorial region?)

২। নিম্নলিখিতগুলি কি বুঝাইয়া দাও:

সৌর দিন, সৌর বৎসর, লৌকিক বৎসর ও মল বৎসর।

(Explain what are the following :—Solar day, Solar year, Civil year and leap year.)

৩। জুলিয়ান ক্যালেন্ডার এবং গ্রিগরীয় ক্যালেন্ডারে প্রভেদ কি বুঝাইয়া দাও।

(Explain what is the difference between the Julian Calendar and the Gregorian Calendar?)

৪। ১৮৪২ খ্রিষ্টাব্দের বার্ষিক মাস বাংলার কত সাল ছিল এবং ১৯৮৪ খ্রিষ্টাব্দের মে মাস বাংলার কত সাল হইবে?

(State the corresponding years of Bengali Calendar in March 1842 and May 1984)

৫। ঋতুপরিবর্তন কেন হয় চিত্র সাহায্যে বুঝাইয়া দাও।

(Explain the change of seasons by a diagram.)

৬। দিন বাত্রি কোথায় কত পরিমাণ কমে বা বাড়ে এবং কেন কমে বা বাড়ে বুঝাইয়া লিখ।

(Explain with reasons of Variation in duration of days and nights in different countries)

৭। সকাল বা সন্ধ্যা অপেক্ষা দুপুরে এবং শীত অপেক্ষা গ্রীষ্মকালে সূর্য রশ্মি তীব্রতর বলিয়া বোধ হয় কেন? (Why the mid-day is hotter than the morning and the summer than the winter? (কলি: বিঃ: ১৯৯০)

৮। ঠিক দুপুরে কি পৃথিবীপৃষ্ঠে সর্বাধিক উত্তপ্ত হয়? কারণ কি?

(Is just mid-day the hottest part of the day? State reason)

৯। উপরে ব বায়ু নিম্নেব বায়ু অপেক্ষা শীতল কেন? উচ্চ বলিয়া দার্জিলিং সূর্যের নিকট হইলেও কলিকাতা হইতে শীতল কেন?

(Why the upper atmosphere is colder than the lower? Darjeeling is at a higher altitude than Calcutta and nearer to the sun; why it is colder than Calcutta)

১০। শীতগ্রীষ্মেব তাবতম্য অনুসারে পৃথিবীপৃষ্ঠে কয়ভাগে বিভক্ত তাহাদের নাম এবং অবস্থান চিত্র সাহায্যে দেখাইয়া দাও।

(Show by a diagram the different zones of the earth with their positions)

ষষ্ঠ পৰিচ্ছেদ

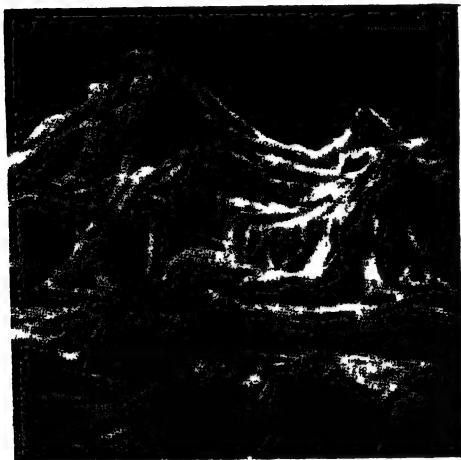
চন্দ্ৰ, চন্দ্ৰকলা ও চান্দৰ বৎসৰ

চন্দ্ৰ পৃথিবীৰ উপগ্ৰহ। খালি চোখে ইহাকে আয়তনে প্ৰায় সূৰ্য্যেৰ মত দেখাইলেও ইহাৰ আয়তন সূৰ্য্যেৰ আয়তন অপেক্ষা অনেক ছোট। এমন কি ইহাৰ আয়তন পৃথিবীৰ আয়তনেৰ পঞ্চাশ অংশেৰ এক অংশ মাত্ৰ। ইহাৰ ব্যাস ২১৬০ মাইল অৰ্থাৎ প্ৰায় পৃথিবীৰ ব্যাসেৰ চাৰি অংশেৰ একাংশ। নভোমণ্ডলস্থ জ্যোতিষ্ক গণেৰ মনো ইহা আমাদেৰ পৃথিবীৰ নিকটতম বলিয়া ইহাকে এত বড় দেখায়। পৃথিবী হইতে চন্দ্ৰেৰ দূৰত্ব মাত্ৰ দুই লক্ষ চল্লিশ হাজাৰ মাইল। চন্দ্ৰেৰ ওজন পৃথিবীৰ ওজনেৰ আশি ভাগেৰ এক ভাগ মাত্ৰ, জ্যোতিৰ্বিদগণ বলেন ইহা পূৰ্বে পৃথিবীৰই অংশ ছিল, কিন্তু জোৰে ঘূৰ্ণনেৰ ফলে পৃথক হইয়া গিয়াছে, গেমন অন্তৰ্গত গ্ৰহ-উপগ্ৰহেৰ সৃষ্টি হইয়াছে।

সূৰ্য্য যেমন কেন্দ্ৰে অবস্থিত থাকিয়া মহাকৰ্ষেৰ নিয়মে গ্ৰহগণকে আপনাৰ চাৰিদিকে ঘূৰাইতেছে পৃথিবীও সেইৰূপ চন্দ্ৰকে আপনাৰ চাৰিদিকে ঘূৰাইতেছে। চন্দ্ৰ গোলাকাৰ কঠিন বস্তু কিন্তু সূৰ্য্যেৰ ত্ৰাণ জ্বলন্ত নহে, শীতল। ইহাৰ নিজেৰ আলোক নাই, সূৰ্য্যেৰ আলোক ইহাৰ উপৰ পতিত হইয়া প্ৰতিফলিত হইলে তবেই আমবা ইহাকে উজ্জ্বল দেখিতে পাই। খালি চোখে চন্দ্ৰকে দেখিলে ইহাৰ মধ্যে অনেকগুলি কাল দাগ দেখা যায়—ইহাদিগকে চন্দ্ৰেৰ কলঙ্ক বলে।

বৈজ্ঞানিকগণ মনে কবেন চন্দ্ৰপৃষ্ঠ মসৃণ নহে—অত্যন্ত অসমান এবং ইহাতে বহু বড় বড় পাহাড় পৰ্বত এবং নিৰ্বাপিত আগ্নেয়গিৰি আছে। ঐ সকল পৰ্বতৰ ছায়া চন্দ্ৰ পৃষ্ঠে পড়ে বলিয়া চন্দ্ৰ পৃষ্ঠে এই কাল দাগ পড়িয়াছে। নিৰ্বাপিত

আগ্নেয়গিবির মুখগুলি বড় বড় গহ্বরের ন্যায় দেখায়। ঐ সকল মুখ হইতে নিস্রাব নির্গত হইয়া চন্দ্রপৃষ্ঠ ভষ্মস্তূপে আচ্ছাদিত হইয়া আছে। চন্দ্রে যে সকল পাহাড় পর্বত আছে তাহাদের কোন কোনটি প্রায় বিশ হাজার ফুট উচ্চ।



৩৫নং চিত্র - চন্দ্র পৃষ্ঠে পাহাড়, পর্বত ও আগ্নেয় গিবি

সে তুলনায় পৃথিবীর উচ্চতম পর্বতশৃঙ্গ গৌবীশঙ্কর ২৯০০০ ফুট উচ্চ। চন্দ্রের তিনটি বিখ্যাত আগ্নেয় গিবির নাম টাইকো (Tycho), কোপারনিকাস (Copernicus), কেপ্লার (Kepler)। চন্দ্রের গভীরতম গহ্বরটি প্রায় ২০০০০ ফুট গভীর। পূর্বেই বলা হইয়াছে চন্দ্র শীতল। তথাপি ইহা যে দিক সূর্যের দিকে থাকে সেই দিক অত্যন্ত গরম এমন কি সেখানে ঠাণ্ডা জল বাখিষা দিলে ফুটিয়া উঠিবে। সূর্যের বিপবীত দিকে তাহা অত্যন্ত শীতল এবং এত ঠাণ্ডা যে পৃথিবীর যে কোন পদার্থই সেখানে জমিয়া কঠিন হইয়া যাইবে। চন্দ্রে জল

বা বায়ু কিছুই নাই। অতএব যে সকল জীব বা উদ্ভিদ উহাদের উপর নির্ভর করে তাহারা চন্দ্রে অবস্থান করিতে পারে না।

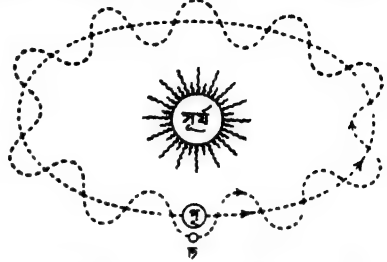
চন্দ্র আয়তনে ছোট এবং ওজনে কম বলিয়া ইহাব অভিকর্ষও (Gravity) কম। তাই পৃথিবীতে যে লোক ৫ ফুট উচ্চ লাফাইতে পারে, চন্দ্রে গিয়া লাফাইতে পাইলে সেই লোকই বহু উচ্চে লাফাইতে পারিবে। এই জন্য যে সকল নিশাব আগ্নেয়গিবি হইতে নির্গত হয় তাহারা চন্দ্রের কেন্দ্রে বেশী আকর্ষিত হয় না বলিয়া সঞ্চিতও হয় না, কাজেই ইহাব স্তূপ বা অগ্ন্যুপাহাড় পর্বতগুলি এত উচ্চ হইবার সম্ভাবনা পাইয়াছে। এই অভিকর্ষ কম হওয়ায় চন্দ্র পৃষ্ঠে বায়ু থাকিতে পায় নাই। চন্দ্র পৃষ্ঠে বায়ুর আমদানি করিলেও তাহারা চন্দ্র পৃষ্ঠ ছাড়িয়া পলাইয়া যাইবে। এই একই কারণে চন্দ্র পৃষ্ঠের জল সূর্য্যকিরণে বাষ্পীভূত হইয়া অগ্ন্যুপাহাড় চলিয়া যাইবে।

চন্দ্রের নিজের কোন আলোক নাই, পূর্বেই একথা বলা হইয়াছে। সূর্য্য বিবর্ণ চন্দ্রের উপর পতিত হইলে তাহাই প্রতিফলিত হইয়া চন্দ্রকিরণরূপে আমাদের চোখে লাগে।

অমাবস্ত্যার দিন আকাশে চন্দ্র থাকে না, চন্দ্রের আলো পাই না বলিয়া সেদিন পৃথিবী গাঢ় অন্ধকারমগ্ন থাকে। প্রতিপদ, দ্বিতীয়া তৃতীয়া চন্দ্র কান্তের ফলাবস্থায় হইতে ক্রমে সপ্তমী, অষ্টমীতে অধঃস্থতের স্থায় হইয়া পূর্ণিমার দিন পূর্ণ বৃত্ত রূপে দেখা দেয়। সে দিন সমস্ত পৃথিবী জ্যোৎস্নায় ভরিয়া যায়। প্রতিপদ হইতে পূর্ণিমার দিন পর্যন্ত প্রায় ১৫ দিনকে **শুক্লপক্ষ** বলে। পূর্ণিমার পর পুনর্বাষ প্রতিপদ হইতে কমিতে আবস্ত করিয়া অবাস্ত্যার দিন ইহা একেবারে অদৃশ্য হইয়া যায়। এই পনব দিন **কৃষ্ণপক্ষ**। প্রতিদিন চন্দ্রের যতটুকু অংশ ক্ষয় পায় বা যতটুকু অংশ বৃদ্ধি হয় তাহাকে **চন্দ্রকলা** (Phase) বলে। চন্দ্রকলার হ্রাস বৃদ্ধির কারণ পরে বর্ণিত হইবে।

গ্রহগণের স্থায় চন্দ্রও স্বীয় মেরুদণ্ডের চারিদিকে ঘূরে এবং সঙ্গে সঙ্গে পৃথিবীর চারিদিকেও ঘুরিতেছে। কাজেই চন্দ্রকে আবার সূর্য্যের চারিদিকেও

ঘূর্ণিতে হইতেছে, তাহা হইলে চন্দ্র একটি তাবেব পাকান স্প্রিংএব গ্ৰায় পথে সূর্যেব চাৰিদিকে ঘূৰিতেছে। চিত্র দেখিলেই পৃথিবী ও চন্দ্রেব গতিপথ বুঝিতে পাবিবে। পৃথিবী যদি স্থিৰ থাকিত তবে পৃথিবীৰ চাৰিদিকে একবাব পরিভ্রমণ কৰিয়া আসিতে চন্দ্রেব প্রায় ২৭৬ দিন লাগিত, কিন্তু ঐ সময়েব মধ্যে পৃথিবী আপন পথে কিছু অগ্রসৰ হইয়া যায়।

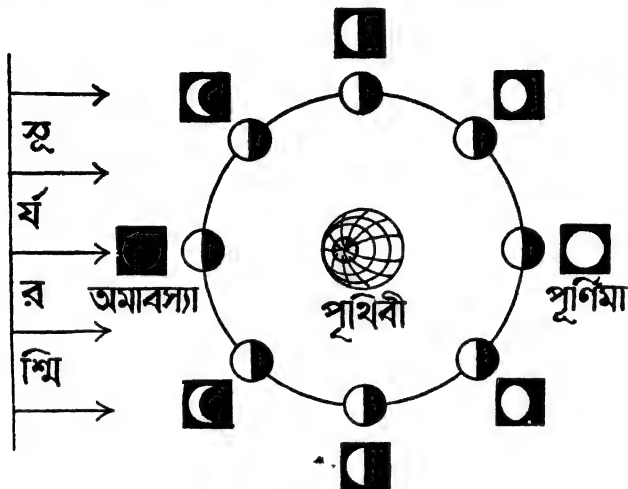


৩৬নং চিত্র—সূর্যেব চাৰিদিকে পৃথিবী এবং তাহাব চাৰিদিকে চন্দ্রেব পথ

পৃথিবীৰ এই অগ্রগতিব জন্ত ইহাকে পৰিক্রমণ কৰিতে চন্দ্রেব আৰও প্রায় দুইদিন অধিক লাগিয়া যায়। তাই প্রায় ২৯½ দিনে চন্দ্র পৃথিবীৰ চাৰিদিকে ঘূৰিয়া আসে বলিয়া মনে হয়। এই ২৯½ দিনে দুই পক্ষ বা একটি চান্দ্র মাস (Lunar month)। এই সময় পৃথিবীৰ তুলনায় চন্দ্র বিভিন্ন অবস্থানে থাকে। কিন্তু সূ্য ইহাব মাত্র অর্ধাংশ আলোকিত কৰে। পৃথিবী হইতে সকল সময় এই আলোকিত অর্ধাংশব সমস্তটুকু দেখাব সুবিধা ঘটে না। কখন এই আলোকিত অংশেব কিছু মাত্র দেখা যায় না, কোনদিন বা আলোকিত অংশেব অংশ মাত্র, আবার কোনদিন আলোকিত অংশেব সম্পূর্ণই দেখা যায়। যেদিন আলোকিত অংশ একেবাবে দেখা যায় না সেদিন অমাবস্তা এবং যে দিন সম্পূর্ণ আলোকিত অংশ দেখা যায় সেই দিন পূর্ণিমা এবং মধ্যবর্তী দিনগুলি এক একটি তিথি। কোন তিথিতে চন্দ্রকে কিরূপ দেখায় তাহা চিত্র হইতে বুঝিতে পাৰা যাইবে।

চন্দ্র যখন ঘূর্ণিতে ঘূৰিতে ঠিক সূর্য ও পৃথিবীৰ মাঝে আসিয়া পৌছায় তখন সূর্য ইহাব যে অর্ধাংশ আলোকিত কৰে সেই অর্ধাংশ পৃথিবী হইতে দূরে থাকে কাজেই সে অংশ পৃথিবী হইতে দেখা যায় না, অন্ধকাবময় অর্ধাংশ দৃষ্টিগোচৰ হয়—কাণ্ডুই তখন অমাবস্তা। কিন্তু চন্দ্র যখন ঠিক বিপরীত অবস্থানে

আসে অর্থাৎ পৃথিবী যখন চন্দ্র ও সূর্যের মাঝামাঝি থাকে তখন বিপরীত ব্যাপার ঘটে। কাজেই তখন পূর্ণিমা। অপবাপব দিন অণ্ণান্ত তিথি।



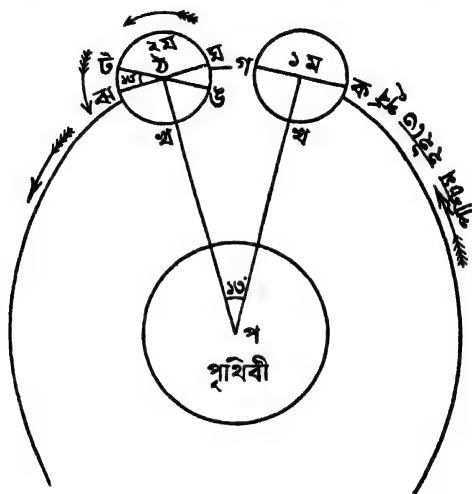
৩৭নং চিত্র—চন্দ্রকলা

পৃথিবীর চারিদিকে একবার পৰিব্রমণ কবিতে চন্দ্রের ২৭ $\frac{1}{2}$ দিন (২৭ দিন ৭ ঘণ্টা ৪৩ মিঃ) লাগে এবং ঐ সময়ের মধ্যেই একবার স্বীয় মেরুদণ্ডের চারিদিকে ঘুরিয়া আসে। কিন্তু চন্দ্রের একই দিক চিবকাল পৃথিবীর দিকে থাকে। ৩৮ নং চিত্রে পৃথিবীর চারিদিকে ঘুরিবাব কালে চন্দ্রের দুইটি স্থানের অবস্থান ধরিয়া ব্যাপারটি বুঝান হইল।

মনে কব যেদিন চন্দ্র ১ম স্থানে আছে তাহার পরদিন ২য় স্থানে যায়। ২৭ $\frac{1}{2}$ দিনে চন্দ্র পৃথিবীর চারিদিকে অর্থাৎ ৩৬০° ঘূবে। অতএব একদিনে $৩৬০ \div ২৭\frac{1}{2} = ১৩^\circ$ পথ পূর্বদিকে অতিক্রম কববে।

যদি চন্দ্র আপনাব মেরুদণ্ডের চারিদিকে না ঘুরিত তাহা হইলে ইহার ব্যাস কণ ২য় অবস্থানে ইহার সহিত সমান্তরালভাবে উঠ অবস্থানে ঋণাকিত এবং তাহা

হইলে ও খ ট, ক খ গ অংশেব নূতন অবস্থান হইত। তাহা হইলে ঘ ও ঙ এই অংশটি দেখিতাম। কিন্তু একদিনে চন্দ্র ১৩° ডিগ্রী ঘূৰিয়াছে, সুতরাং ও ট



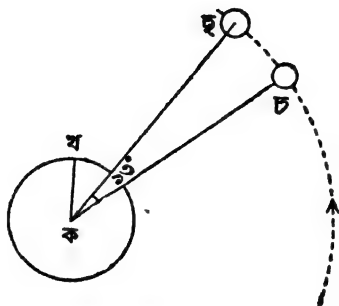
৩৮ নং চিত্র—প্রত্যহ চন্দ্রের একই অংশ দেখা যাইবার কারণ

বাস পূর্বদিকে ঘুরিয়া ঘ ঘ অবস্থানে আসিবে। অর্থাৎ ও অ ট অংশ ঘ ও ঘ অংশের সঙ্গে মিশিয়া যাইবে এবং এই অংশই পৃথিবী হইতে দেখা যাইবে। কিন্তু প্রথম অবস্থানে ঠিক এই অংশ দেখা গিয়াছিল। অতএব প্রতাহই কেবলমাত্র চন্দ্রের একই অংশ দেখা যাইবে।

তোমরা হয়ত লক্ষ্য কবিষাছ চন্দ্র প্রভাহ একই সময়ে উদিত হয় না—প্রভাহ প্রায় ৫০ মিনিট বা দুই দণ্ড পব পব উদিত হয়।

মনে কব কোন একদিন পৃথিবী পৃষ্ঠে ক স্থানে আমাদের অবস্থিতি। সে দিন চন্দ্রের অবস্থিতি ছু স্থানে। ২৪ ঘণ্টার পরে আমরা পৃথিবী পৃষ্ঠে পুনরায় ঠিক

ক স্থানেই আসিব, কিন্তু চন্দ্র তখন চ হইতে ১৩° পূর্বে সবিয়া ছ স্থানে অবস্থান করিতেছে। এই ১৩° ডিগ্রী পথ অতিক্রম করিতে পৃথিবীর প্রায় $৫০\frac{১}{২}$ মিঃ কাল লাগিয়া যায়। তাই প্রত্যহ এই $৫০\frac{১}{২}$ মিঃ কাল পব পব চন্দ্র উদিত হয়।



৩৯ নং চিত্র—চন্দ্রের বিলম্বে উদয়ের কারণ

পূর্বে নক্ষত্র দিনের কথা বলা হইয়াছে। বাবটি বাশি অর্থাৎ সাতাইশ নক্ষত্র অতিক্রম করিতে সূর্যের এক বৎসব লাগে, কিন্তু এই সাতাইশটি নক্ষত্র অতিক্রম করিতে চন্দ্রের মাত্র ২৭ দিন লাগে। এই ২৭ দিনে পৃথিবী সূর্যের চারিদিকে ইহার পথে মোটামুটি ২৭° ডিগ্রী চলিয়া যায়। এই ২৭° পথ অতিক্রম করিতে চন্দ্রের আবাব $২\frac{১}{২}$ দিন লাগিয়া যায়। তাই আপাত দৃষ্টিতে চন্দ্রের ২৭টি নক্ষত্রকে অতিক্রম করিতে মোট $২৭ + ২\frac{১}{২} = ২৯\frac{১}{২}$ দিন লাগে। এই $২৯\frac{১}{২}$ দিনে এক চান্দ্রমাস। ইহাও এই পবিচ্ছেদে বলা হইয়াছে। ১২টি চান্দ্রমাসে এক চান্দ্রবৎসর (Lunar year)। পূর্বে সকল দেশে সকল সম্প্রদায়ের মধ্যে চান্দ্রমাস বা চান্দ্রবৎসব প্রচলিত ছিল এবং সেই হিসাবে পার্বনাদি হইত। কিন্তু দেখা যায় সাধারণ বৎসরের তুলনায় চান্দ্রবৎসর ১১ দিন কম, কাজেই কোন

এক নির্দিষ্ট বৎসৰেব কোন এক নির্দিষ্ট তিথিতে যে পার্বণ হয় চান্দ্রবৎসৰ হিসাবে পৰবৰ্তী পার্বণ সাধাৰণ বৎসৰেব সেই দিনেব ১১ দিন আগে পড়িবে। তাহা হইলে যে পার্বণ একবাৰ শীতকালে পড়ে, সময়ে সেই পার্বণই গ্রীষ্মকাল বা অন্তৰ্গত সময়েও পড়িতে পারে। ইহাতে ব্যবহাৰিক জগতে অনেক অসুবিধা হয় বলিয়া চান্দ্রবৎসৰ হিসাবে পার্বণাদিৰ গণনা মুসলমান সম্প্রদায় ভিন্ন অন্তৰ্গত সম্প্রদায়েব মধ্যে দেখা যায় না। তাই তাঁহাদেব পার্বণগুলি সময় ক্ৰমে বৎসৰেব যে কোন ঋতুতে ঘটিতে পারে।

কিন্তু খৃষ্টানদিগেব একপ গণনা নহে। ২১শে মাৰ্চেব পৰ যে পূৰ্ণিমা পড়ে এবং তাহাৰ পৰ যে সোমবাৰ, তাহাই তাঁহাদেব **ইষ্টাৰ মন্ডে** (Easter Monday) এবং ষ্টিক তাহাৰ পূৰ্বেব শুক্ৰবাৰটি তাঁহাদেব **গুড ফ্ৰাইডে** (Good Friday)। বাজেই বৰাবৰই তাঁহাদেব এই পার্বণগুলি শীতকালেই পড়িতেছে এবং পড়িবে। সেইকপ অন্যান্ত পার্বণগুলিও বৎসৰেব নির্দিষ্ট সময়ে পড়ে।

দেখা গিয়াছে মোটামুটি ৩৬৫ দিনে এক সৌৰ বৎসৰ এবং ৩৫৪ দিনে এক চান্দ্র বৎসৰ হয়। ঐ দুইটি দিনসংখ্যাৰ ল. সা. গু. লইয়া যে দিনসংখ্যা হয় তাহাতে পূৰ্ণ সংখ্যক সৌৰবৎসৰ এবং চান্দ্রবৎসৰ হইবে। ইহা হইতে গণনা কৰিয়া দেখা যায় উনিশ বৎসৰ অন্তৰ বাব, তিথি, নক্ষত্ৰ, তাৰিখ ইত্যাদি পুনৰায় পূৰ্বেব নিগমে ঘটিতে আৰম্ভ কৰে। এই উনিশ বৎসৰ অন্তৰ বাব, তিথি, নক্ষত্ৰ, তাৰিখ ইত্যাদিৰ আবৰ্তনকে **Mytonic cycle** বলা হয়।

সংক্ষেপ :—চন্দ্ৰ পৃথিবীৰ উপগ্রহ, আয়তনে পৃথিবীৰ $\frac{1}{4}$ অংশ। ইহাৰ ব্যাস ২১৬০ মাইল, পৃথিবী হইতে চন্দ্ৰি হাজাৰ মাইল দূৰে—ওজনে পৃথিবীৰ $\frac{1}{80}$ ভাগ। চন্দ্ৰেব কলঙ্ক চন্দ্ৰ পৃষ্ঠে পাহাড়েৰ ছায়া মাত্ৰ। ইহাৰ পৃষ্ঠ অত্যন্ত অসমতল। চন্দ্ৰেৰ উচ্চতম পৰ্ব্বতশৃঙ্গেব উচ্চতা ২০০০ ফুট এবং গভীৰতম গহবৰগুলি ২০০০ ফুট গভীৰ। ইহাৰ যে দিক ভূয়েব দিকে থাকে তাহা এত গৰম যে জলও সেখানে টগগ কৰিয়া ফুটিতে পারে, অথচ অপৰ পৃষ্ঠ অত্যন্ত শীতল। চন্দ্ৰলোকে জলবায়ু নাই, শ্ৰাণীও নাই। চন্দ্ৰেব অতিকৰ্ষ অত্যন্ত কম। চন্দ্ৰেব নিজেব আলো নাই—হৰ্ষেব আলোক পৃথিৱীৰ পৃষ্ঠ হইতে তাহা প্ৰতিফলিত হয়। প্ৰকৃতপক্ষে সাতাশ দিনে

ইহা পৃথিবীর চারিদিকে ঘুরিতে পাবিত, কিন্তু পৃথিবীর বাৎসরিক গতির জন্ত পৃথিবীও আপনপথে অগ্রসর হয় বলিয়া ইহাব আবও $২\frac{১}{২}$ দিন বেশী লাগে। এই সাড়ে উনত্রিশ দিনে দুই পক্ষ বা এক চান্দ্র মাস। প্রত্যহ চন্দ্রের যেটুকু অংশ কমে বা বাড়ে তাহাকে চন্দ্রকলা বলে। দুই পক্ষেব এক এক দিন সাধারণত এক এক তিথি। চন্দ্রের একই পৃষ্ঠ পৃথিবীর দিকে থাকে। তাহাব কারণ চন্দ্র প্রত্যহ আপন মেরুদণ্ডের চারিদিকে মাত্র ১৩° ঘূবে। প্রত্যহ ইহা $৫০\frac{১}{২}$ মিঃ পর পব উদিত হয়। ১২ চান্দ্র মাসে এক চান্দ্র বৎসব, অতএব সাধারণ বৎসর অপেক্ষা ইহা ১১ দিন কম। মুসলমানেরা চান্দ্র মাস বা বৎসব, হিসাবে পার্বণ করেন, ফলে বৎসবের যে কোন ঋতুতে তাহারেব যে কোন পার্বণ পড়িতে পারে। ২১শে মাচের পব যে পূর্ণিমা তাহার পববর্তী সোমবাব থুঠান-দিগের ইষ্টাব মনড়ে এবং ঠিক তাহার আগেকাব শুক্রবাব শুভব্রাহ্মিড়ে। উনিশ বৎসব অন্তর বার, তিথি নক্ষত্র, তাবিধ পর পব একই বকম ভাবে ঘটিয়া থাকে।

ষষ্ঠ প্রশ্নমালা

- ১। চন্দ্রের আকৃতি, ওজন, পৃথিবী হইতে ইহাব দূরত্ব, ইহাব পৃষ্ঠের উচ্চতা কত লিখ।
(Write — The dimensions of the moon, its weight, distance from the earth and the temperature on its surface.)
- ২। চন্দ্রের কলঙ্ক থাকিবার কারণ কি? (What is the reason that Lunar spots are found on its surface?)
- ৩। চন্দ্র পৃষ্ঠে জল, বায়ু বা প্রাণী আছে কি না? যদি না থাকে তবে মোটামুটি তাহার কারণ কি?
(Are there air, water and living being on the moon? If not, state reason.)
- ৪। চন্দ্র কতদিনে পৃথিবীর চারিদিকে আবর্তন করে? কেন চন্দ্রের ক্রাসবৃত্তি হয়? চন্দ্রকলা কাহাকে বলে? (In how many days does the moon revolve round the earth? What is the phases of the moon and does it vary in size?)
- ৫। কিরূপে প্রমাণ করিতে পার চন্দ্রের একই পৃষ্ঠ পৃথিবী হইতে দেখা যায়? (How can you prove that the same surface of the moon is turned towards the earth?)
- ৬। প্রত্যহ চন্দ্রের উদয়কাল $৫০\frac{১}{২}$ মিঃ পিছাইয়া যাইবার কারণ কি? (Why does the moon rise $50\frac{1}{2}$ minutes later every day?)

৭। এক বৎসব মুসলমানদের মহরম ১৯শে ফেব্রুয়ারী পড়িল। ইহাব দুই বৎসর পরে কোন তারিখে মহরম পড়িবে এবং তিন বৎসব আগে কোন তারিখে পড়িষা'ছিল লিখ। (In a certain year the Maaharum fell on the 19th February On which day will it again occur for the second time and on which day did it happen three years ago ?)

৮। মোটামুটি কয় বৎসব অন্তর বাব, তিথি, তারিখ ইত্যাদি পুনরাব পব পব ঘটতে পারে এবং তাহার কারণ কি লিখ। অথবা mytonic cycle কহাকে বলে বুঝাইয়া লিখ। (At an interval of how many years do the dates days etc reccur in regular succession and state the reason Or, Explain what is called the Mytonic cycle ?)

সপ্তম পরিচ্ছেদ

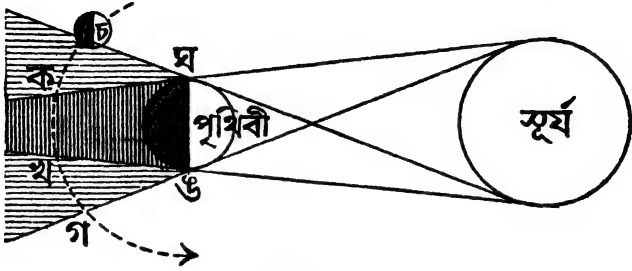
চন্দ্র গ্রহণ ও সূর্য গ্রহণ

বৃহত্তর আলোক-উৎসেব সম্মুখে একটি ক্ষুদ্রতর অনচ্ছ পদার্থ এবং তাহাব পশ্চাতে একটি পর্দা বাখিলে ঐ পর্দায় কখন কি প্রকার ছায়া এবং উপচ্ছায়া পড়ে তাহা তোমবা পূর্বে দেখিয়াছ। চন্দ্রগ্রহণ বা সূর্যগ্রহণ এইকপ ছায়া এবং উপচ্ছায়াব জ্ঞানই সংঘটিত হইয়া থাকে।

চন্দ্রগ্রহণ—সূর্য আলোকের উৎস, ইহাব সম্মুখে যখন পৃথিবী থাকে এবং পবে চন্দ্র থাকে এবং সূর্য, পৃথিবী ও চন্দ্র এক সরল রেখায় পড়ে তখন পৃথিবীব ছায়া গিয়া চন্দ্রে পড়ে, কাজেই তখন চন্দ্রকে দেখিতে পাওয়া যায় না, ইহাই চন্দ্রগ্রহণ। কিন্তু সূর্য, চন্দ্র ও পৃথিবীব অবস্থান যখন এইকপ হয় তখন পূর্ণিমা তিথি। তাহা হইলে ত প্রত্যেক পূর্ণিমা তিথিতে চন্দ্রগ্রহণ হইত—তাহা হয় না কেন? পূর্বে বলা হইয়াছে সূর্য এবং পৃথিবী যে তলে অবস্থান করে চন্দ্র সকল সময় ঠিক সেই তলে থাকে না। ঐ তলেব সহিত 5° ডিগ্রী কোণ করিয়া চন্দ্রের পরিভ্রমণ পথ হেলিয়া থাকে। ঐ পথে পরিভ্রমণ করিতে করিতে যখন সূর্য চন্দ্র ও পৃথিবী প্রায় এক সমতলে আসিয়া পড়ে অথচ পৃথিবী চন্দ্র ও সূর্যের মাঝে থাকে তখনই চন্দ্রগ্রহণ হওয়া সম্ভব। সকল পূর্ণিমা তিথিতে একপ সন্ধ্যাগ ঘটে না বলিয়া সকল পূর্ণিমা তিথিতেই চন্দ্রগ্রহণ ঘটে না।

৪০নং চিত্রের দ্বারা সূর্য, পৃথিবী এবং চন্দ্রের অবস্থান হইলে ঘ চ ক এবং ঙ খ গ এর দ্বারা উপচ্ছায়াব শঙ্ক (Cone) এবং ঘ ক খ ঙ ছায়া-শঙ্কব অংশ পাওয়া যায়। মনে করা যাক চ ক খ গ চন্দ্রের পথ। কিন্তু এই পথের তল পৃথিবী ও সূর্য যে সমতলে আছে তাহাব সহিত একটি

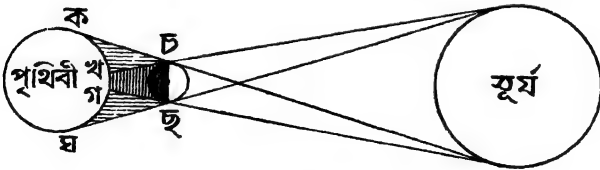
কৌণ কবিষা অবস্থিত, কাজেই সকল সময় চন্দ্র ঘ ক খ ও এই ছায়ায় অংশে আসিতে পাবে না, কখন উপর দিয়া কখনও বা ইহাব নিচু দিয়া



৪০নং চিত্র—চন্দ্রগ্রহণ

চলিয়া যায়। সে ক্ষেত্রে চন্দ্র গ্রহণ ঘটে না। চন্দ্র যখন ঘ চ ক কিংবা ও খ গ অংশে থাকে তখন ইহাব ঔজ্জ্বল্য কিছু কমিয়া যায় বটে কিন্তু ইহাতে গ্রহণ লাগে না। চন্দ্র যখন সম্পূর্ণরূপে ঘ ক খ ও অংশের মধ্যে থাকে তখন পূর্ণগ্রাস (Total) চন্দ্র গ্রহণ এবং যখন ইহাব কিয়দংশে অপব দুই উপছায়া অংশের কোন এক অংশে এবং অপবাংশ ঘ ক খ ও ছায়ায় থাকে তখন অংশ বা অণুগ্রাস (Partial) চন্দ্রগ্রহণ ঘটে।

সূর্যগ্রহণ—চন্দ্র যখন সূর্য ও পৃথিবীর মধ্যে আসিয়া পড়ে তখন চন্দ্রের ছায়া পৃথিবীর যে অংশে পড়ে সেই অংশ হইতে সূর্যকে দেখা যায় না।



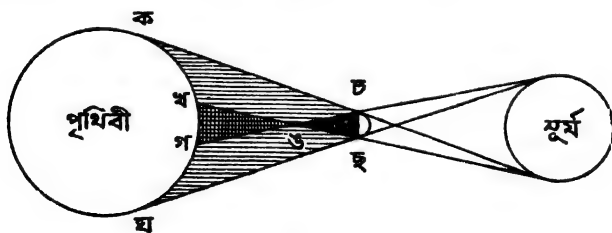
৪১নং চিত্র—সূর্যগ্রহণ

আমরা কখনও বা অংশ মাত্র দেখা যায়, কিংবা সূর্যকে একটি জলন্ত

বলয়েব মত দেখায়। প্রথম ক্ষেত্রে সূর্যেব পূর্ণগ্রাস দ্বিতীয় ক্ষেত্রে অংশ বা খণ্ডগ্রাস এবং তৃতীয় ক্ষেত্রে বলয়গ্রাস (Annular) গ্রহণ ঘটিয়া থাকে।

৪১নং চিত্র দেখিলে বুঝা যায় অমাবস্ত্যাব দিন ব্যতীত সূর্য গ্রহণ ঘটা সম্ভব নয়। কিন্তু চন্দ্র গ্রহণ যেমন সকল পূর্ণিমাতে ঘটে না সূর্য গ্রহণ তেমনই সকল অমাবস্ত্যায় হয় না।

সূর্য, চন্দ্র এবং পৃথিবীর অবস্থান পূর্ব চিত্রের মত হইলে চ ক খ এবং ছ গ ঘ উপছায়াব শঙ্কু দুইটি পৃথিবী পৃষ্ঠে যথাক্রমে ক খ ও গ ঘ অংশে গিয়া পড়ে এবং চ খ গ ছ ছায়াব শঙ্কুটি পৃথিবীর খ গ অংশে গিয়া পতিত হয়। একপ অবস্থায় পৃথিবীর খ গ অংশ হইতে সূর্যকে একেবাবেই দেখা যায় না এবং অপব দুই অংশ হইতে আংশিক ভাবে দেখা যায়। কাজেই পূর্বোক্ত অংশ হইতে পূর্ণগ্রাস সূর্যগ্রহণ এবং অপব দুই অংশ হইতে অংশ বা খণ্ডগ্রাস সূর্যগ্রহণ দেখা যাইবে। পৃথিবীর অবস্থান যদি আবও একটু চন্দ্রের নিকটে হইত তবে পৃথিবীর দুই বিপবীত ক্ষিপ্র হইতে সূর্যকে সম্পূর্ণ দেখা যাইত। অতএব সেই স্থান হইতে মোটেই সূর্যগ্রহণ দেখা যাইত না।

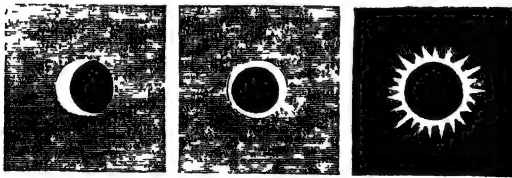


৪২নং চিত্র—পূর্ণগ্রাস এবং অংশগ্রাস সূর্য গ্রহণ

যখন সূর্য, চন্দ্র ও পৃথিবী, উপবে অঙ্কিত চিত্রের ত্রায় অবস্থিত হয় অর্থাৎ যখন চন্দ্রের ছায়া পৃথিবীতে গিয়া পৌঁছায় না তখন পৃথিবীর অংশ বিশেষ হইতে সূর্যকে একটি জলন্ত বলয়েব মত দেখায়। তখনই পৃথিবীর সেই স্থানে

বলয় গ্রাস সূর্য গ্রহণ দেখা যায়। ৪২নং চিত্রটি দেখিলে বুঝিবে চন্দের ছায়াব শঙ্কুটি আসিয়া ও বিন্দুতে শেষ হইয়াছে। কিন্তু চ ও ছ ও বেথা বর্ধিত করিলে ঐ ছায়াব বিপরীত দিকে ও খ গ আব একটি শঙ্কু হইবে এবং পৃথিবীর খ গ অংশ অবিকার করিবে। এই খ গ অংশ হইতে বলয় গ্রাস দেখা যাইবে। অপব দুই অংশ ক খ ও গ ঘ অংশ হইতে খণ্ড গ্রাস দেখা যাইবে। পৃথিবীর অবস্থান যদি আবও একটু ও বিন্দুর নিকটতব হইত তবে পৃথিবীর এমন অংশ থাকিত যে অংশ হইতে সূর্যকে সম্পূর্ণ দেখা যাইত। অতএব এইরূপ অবস্থানে পৃথিবীর কোন কোন স্থান হইতে একেবাবে গ্রহণ দেখা যাইত না, কোন কোন স্থানে খণ্ড গ্রাস এবং কোন কোন স্থানে বলয় গ্রাস দেখা যাইত। আবার খণ্ড বা পূর্ণ গ্রাসের সময়ও কোন কোন স্থান হইতে গ্রহণ দেখা যাইত না।

চন্দ্র ক্ষুদ্র জ্যোতিষ্ক এবং সূর্য হইতে বহু দূরে বলিয়া ইহাব ছায়া বড় হয় না। সেইজন্ম পৃথিবী ইহাব ছায়াব ভিতর সম্পূর্ণরূপে পড়িতে পায় না বলিয়া পৃথিবীর সকল স্থান হইতে একই সময়ে পূর্ণগ্রাসচন্দ্র গ্রহণ দেখিতে পাওয়া যায় না।



৪৩ নং চিত্র—অংশগ্রাস, পূর্ণগ্রাস ও বলয়গ্রাস সূর্যগ্রহণ

অংশগ্রাস, বলয়গ্রাস ও পূর্ণগ্রাসের সময় সূর্যকে যেকপ দেখায় তাহাদের চিত্র উপরে দেওয়া গেল।

সূর্যের চাষিদিকে পৃথিবীর পথটি ঠিক বৃত্তাকার নয় এবং পৃথিবীর

চাৰিদিকে চন্দ্ৰেৰ পথও ঠিক বুজাব নহে। কাজেই চন্দ্ৰ হইতে পৃথিবীৰ কিংবা সূৰ্য হইতে পৃথিবীৰ দূৰত্ব সকল সময় এককপ থাকে না বলিয়া চন্দ্ৰ বা পৃথিবীৰ ছায়াৰ হ্ৰাস বৃদ্ধি হয়। সেইজগ্ৰ চন্দ্ৰ বা সূৰ্যেৰ বিভিন্ন ৰূপ গ্ৰহণ ঘটিয়া থাকে।

চন্দ্ৰ যখন পৃথিবীৰ নিকটে আসে এবং সূৰ্য দূৰে থাকে তখন সূৰ্য গ্ৰহণ হইলে পূৰ্ণগ্ৰাস গ্ৰহণ এবং ইহাৰ বিপৰীত ক্ষেত্ৰে বলয় গ্ৰহণ দেখা যায়।

সূৰ্যগ্ৰহণেৰ সময় সূৰ্যেৰ উপৰ যে কাল ছায়া দেখা যায় তাহা অস্বচ্ছ চন্দ্ৰ, কিন্তু চন্দ্ৰগ্ৰহণেৰ সময় চন্দ্ৰেৰ উপৰ যে কাল ছায়া পড়ে তাহা পৃথিবীৰ ছায়া মাত্ৰ।

সূৰ্যেৰ চাৰিদিকে পৃথিবী যে তলে ঘূৰিতেছে এবং চন্দ্ৰ পৃথিবীৰ চাৰিদিকে যে তলে ঘূৰিতেছে, এই দুইটি তল পৰস্পৰ ৫ কোণ কৰিয়া ছেদ কৰিয়াছে। যখন চন্দ্ৰ এই ছেদ বিন্দু দুইটিৰ উপৰ অথবা কাছাকাছি থাকে তখনই গ্ৰহণ হয়। যখন চন্দ্ৰ, সূৰ্য ও পৃথিবীৰ মন্যো থাকে তখন সূৰ্য গ্ৰহণ এবং যখন পৃথিবী, সূৰ্য ও চন্দ্ৰেৰ মন্যো থাকে তখন চন্দ্ৰগ্ৰহণ ঘটে।

আমাদেৰ মন্যো প্ৰবাদ আছে গলা কাটা বাহু চন্দ্ৰ এবং সূৰ্যকে গিলিয়া ফেলে বলিয়া গ্ৰহণ হয়। বাহুৰ গলা কাটা বলিয়া চন্দ্ৰ ও সূৰ্য উহাৰ পোট যায় না মুখ দিয়া প্ৰবেশ কৰিয়া গলা দিয়া বাহিৰ হইয়া যায়। তাই চন্দ্ৰ বা সূৰ্যকে বাহু একেবাবে হজম কৰিতে পাবে না এবং চন্দ্ৰে বা সূৰ্যে স্থায়ী ভাবে গ্ৰহণ হয় না। এখন তোমৰা বুঝিতে পাৰিতেছ ইহা উপকথা ভিন্ন আৰু কিছু নহে।

জ্যোতিৰ্বিদগণ পূৰ্ব হইতে গ্ৰহণেৰ অবস্থা, স্থান, কাল নিৰ্ণয় কৰিয়া পঞ্জিকাৰ লিখিয়া বাখেন। বংসবে কতগুলি গ্ৰহণ হইতে পাবে তাহাও তাঁহাৰা স্থিৰ কৰিয়াছেন। একবংসবে সৰ্বাধিক পাচটি সূৰ্যগ্ৰহণ এবং তিনিটি চন্দ্ৰগ্ৰহণ দেখা যাইতে পাবে। এবং ন্যূনকাল দুইটি সূৰ্যগ্ৰহণ হইবেই। চন্দ্ৰগ্ৰহণ বংসবে একবাৰও না হইতে পাবে।

সংক্ষেপ :—সূর্যের সম্মুখে পৃথিবী এবং তাহার সম্মুখে চন্দ্র থাকিলে এবং পৃথিবীর ছায়া চন্দ্রকে ঢাকিয়া ফেলিলে চন্দ্রগ্রহণ হইবার সম্ভাবনা। সূর্য, চন্দ্র এবং পৃথিবীর একপ অবস্থান যেদিন হয় সেদিন পূর্ণিমা, অতএব পূর্ণিমার দিন চন্দ্রগ্রহণ সম্ভব। কিন্তু যখন সূর্য, চন্দ্র এবং পৃথিবী প্রায় এক সরল রেখায় থাকে না বা পৃথিবী হইতে চন্দ্র অনেক দূরে থাকে তখন পৃথিবীর ছায়া চন্দ্রে পতিত হইতে পারে না—তাই সকল পূর্ণিমায় চন্দ্রগ্রহণ হয় না। চন্দ্রগ্রহণ দুইপ্রকার—খণ্ডগ্রাস ও পূর্ণগ্রাস। চন্দ্র যখন সূর্য এবং পৃথিবীর মাঝে আসে তখন যদি চন্দ্রের ছায়া পৃথিবীতে পড়ে তবে পৃথিবীর যে স্থানে চন্দ্রের ছায়া পড়ে সেই স্থান হইতে সূর্যগ্রহণ দেখা যায়। চন্দ্র, সূর্য ও পৃথিবীর একপ অবস্থান অমাবস্ত্যাব দিন হয়। কিন্তু সকল অমাবস্ত্যাব দিন উপবোক্ত কাৰণে চন্দ্রের ছায়া পৃথিবীতে পড়িতে পারে না বলিয়া সকল অমাবস্ত্যাব সূর্যগ্রহণ হয় না। সূর্যগ্রহণ তিনপ্রকার, পূর্ণগ্রাস, খণ্ডগ্রাস ও বলয়গ্রাস। বলয়গ্রাসের সময় চন্দ্রের ছায়া পৃথিবী পযন্ত পৌঁছায় না—মধ্য পথে শেষ হয়। চন্দ্রের ছায়া-শঙ্কুটি বিপবীত ভাবে পৃথিবীর পৃষ্ঠ পৰ্যন্ত বাড়াইয়া দিলে যেখানে যায়, পৃথিবীর সেই অংশ হইতে বলয়গ্রাস দেখা যায়।

সপ্তম প্রশ্নমালা

১। কিকাপে নিম্নলিখিত প্রাকৃতিক ঘটনাগুলি ঘটে চিত্র সাহায্যে বুঝাইয়া দাও :—

(ক) পূর্ণগ্রাস ও খণ্ডগ্রাস চন্দ্রগ্রহণ (কালি: বিষ: ১৯৫০)

(খ) পূর্ণগ্রাস, খণ্ডগ্রাস ও বলয়গ্রাস সূর্যগ্রহণ

(Explain with a diagram how the following natural phenomena happen :—

(a) Total and partial eclipses of the Moon

(b) Total, partial and annular eclipses of the sun)

২। চন্দ্র গ্রহণের সময় পৃথিবীর কোন অংশ হইতে কি প্রকারের চন্দ্রগ্রহণ বা সূর্য গ্রহণের সময় পৃথিবী হইতে কি প্রকারের সূর্যগ্রহণ দেখা যাইতে পারে প্রত্যেকটির ভিন্ন চিত্র দিয়া বুঝাইয়া দাও। (Explain with separate diagrams, from which part of the earth different kinds of solar and lunar eclipses are found)

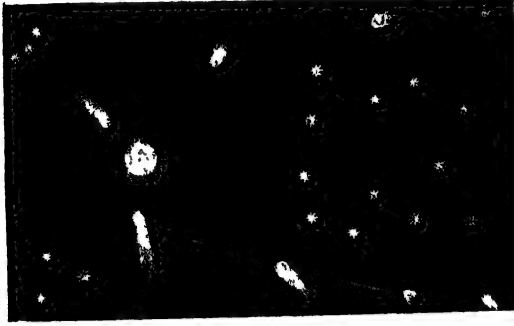
৩। কোন তিথিতে কোন গ্রহণ সম্ভব এবং কেন লিখ। একপ তিথিব প্রত্যেকটিতে গ্রহণ হয় না কেন তাহাও বুঝাইয়া দাও। (Write on which days different kinds of lunar and solar eclipses may take place. Explain why on all such other days eclipses do not take place.)

অষ্টম পৰিচ্ছেদ

ধুমকেতু ও উল্কা

গ্ৰহ নক্ষত্ৰ ছাড়া ধুমকেতু নামে কতকগুলি জ্যোতিষ্ক আকাশে দেখা যায়। ইহাদের আকৃতি বিভিন্ন, ভ্রমণ পথ উপবৃত্তাকার (elliptic) অধিবৃত্তাকার (parabolic) নয়ত পৰাবৃত্তাকার (hyperbolic)। যে ধুমকেতুগুলি উপবৃত্তাকার পথে ভ্রমণ কৰে তাহাদের ভ্রমণ পথের নাভীতে (Focus) সূৰ্য থাকে। উপবৃত্তাকার পথে যাহাৰা সূৰ্যের চাৰিদিকে ঘূৰে তাহাদিগকে নিদিষ্ট সময়ান্তৰ আকাশে দেখা যায়। যেগুলিৰ পথ অধিবৃত্তাকার বা পৰাবৃত্তাকার তাহাদিগকে একবার কয়েক বারি আকাশে দেখা যায়, পৰে তাহাৰা চিৰদিনেৰ জন্ত আমাদেৰ নিকট হইতে অদৃশ্য হইয়া চলিয়া যায়। সাধাৰণত এই প্ৰকাৰ জ্যোতিষ্কগুলিকে দেখিতে ঝাঁটাৰ জ্বাৰ। ইহাদের সমস্ত দেহটিৰ প্ৰকৃতপক্ষে দুইটি বিভাগ। গোড়াৰ দিক গোল এবং অপেক্ষাকৃত উজ্জ্বল এবং অপৰ অংশ লেজ। লেজটি বাষ্পময় এবং এত পাতলা যে ইহাৰ মধ্য দিয়া অজ্ঞাত গ্ৰহ নক্ষত্ৰ দেখিবাব বিশেষ বাধা পাওয়া যায় না। সূৰ্যের নিকট আসিলে ইহাদিগকে দেখা যায় নতুবা নয়। ইহাৰা সূৰ্যের যত নিকটে আসে ততই ইহাদের গতি বৃদ্ধি পায় এবং লেজটি বৰ্ধিত হইতে থাকে, কিন্তু সকল সময়েই লেজটি সূৰ্যের বিপৰীত দিকে ফিবান থাকে। লেজ বৃদ্ধি পাইবাব কাৰণ জ্যোতিৰ্বিদগণ স্থিৰ কৰিয়াছেন, সূৰ্যের নিকটবৰ্তী হইলে সূৰ্যোত্তাপে ইহাৰা উত্তপ্ত হওয়ায় ইহাদের চাৰিদিকে যে বাষ্পময় আবৰণ থাকে তাহা লঘু হইয়া উৎক্ষিপ্ত হয় এবং লেজের আকাৰে দেখা দেয়। এই লেজ অনেক সময় বৰ্ধিত হইয়া লক্ষ লক্ষ মাইল পৰ্যন্ত ছড়াইয়া পড়ে। এমন কি অনেক গ্ৰহেৰ উপৰ দিয়া এই বাষ্পময় পুচ্ছ ছড়াইয়া পড়ে। এক একটি ধুমকেতুৰ একাধিক পুচ্ছ আছে বলিয়া জানা গিয়াছে। ধুমকেতুৰ আয়তন অনেক সময় এক একটি গ্ৰহ অপেক্ষা

অনেকগুণ বেশী, কিন্তু ওজনে ইহাবা অতিশয় লঘু। তাই বৈজ্ঞানিকগণ স্থির কবিয়াছেন ইহাবা বাষ্পপিণ্ড ভিন্ন কিছুই নহে। ইহাবা গ্রহগণের আকর্ষণে



৪৪নং চিত্র—একটি ধুমকেতুর বিভিন্ন অবস্থান

ইতস্তত বিচরণ করিতেছে। বখন বখন ইহাবা এক সৌর জগৎ হইতে আকর্ষণে ফলে অত্র সৌর জগতে গিয়াও পৌছায়।

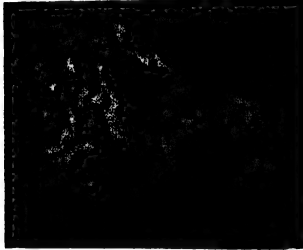
পূর্বে জ্যোতির্বিদগণ মনে করিতেন ধুমকেতু একবার দেখা দিয়া অদৃশ্য হইয়া গেলে আর দেখা দেয় না। সকলগুলিই যে একপ চিবিদিনেব জন্ম অদৃশ্য হয় না তাহা পূর্বেই বলা হইয়াছে। ১২১০ খৃষ্টাব্দে যে ধুমকেতু দেখা গিয়াছিল তাহাব সম্বন্ধে বিখ্যাত জ্যোতির্বিদ হ্যালি (Halley) অষ্টাদশ শতাব্দীর মধ্যভাগে অনেক কথা বলিয়া যান। তিনি বলিয়াছিলেন ১৫৩১, ১৬০৭, ১৬৮২ সালে যে ধুমকেতু দেখা দিয়াছিল তাহাই পুনরায় ১৭৫৭ খৃষ্টাব্দে দেখা দিবে। তাহাই হইয়াছিল। কিন্তু উহাব উদয়কাল কিছুদিন পিছাইয়া গিয়াছিল। তাহাব কাণে ক্লারট (Clarrot) নামক এক জ্যোতির্বিদ ঠিক করেন যে ঐ সময় বৃহস্পতি গ্রহ ঐ ধুমকেতুব কাছাকাছি হওয়ায় আকর্ষণে ইহাব গতি মন্থন করিয়া দেয়, ফলে ঐ বিলম্ব হয়। হ্যালিব নামানুসাবে ঐ ধুমকেতু হ্যালির ধুমকেতু (Halley's comet) নামে অভিহিত হয়।

ইহাব দীর্ঘ পুচ্ছ পৃথিবীর উপর দিয়া গিয়াছিল কিন্তু পৃথিবীর কোন ক্ষতি হয় নাই। কিন্তু পূর্বে এই পুচ্ছকে বিযাক্ত বাষ্পপূর্ণ ধাবণা কবিয়া অনেকে আশঙ্কা কবিয়াছিলেন। এই ধুমকেতুব উদয়কাল হিসাব কবিলে দেখা যায় ৭৫ বৎসর অন্তর ইহাকে দেখা যায়। সেই হিসাবে আমবা ১৯৮৫ খৃষ্টাব্দে ইহাকে পুনর্বার দেখিতে পাইব বলিয়া আশা কবিতে পারি।

প্রথমে একটি ছোট নক্ষত্রের ন্যায় হালিবি ধুমকেতুকে আকাশে দেখা গিয়াছিল। কিন্তু কয়েক দিনের মধ্যেই ইহা লোকেব দৃষ্টিব মধ্যে আসিয়া পৌছাইল। তখন ক্রমেই ইহাব লেজটি বাড়িতে দেখা গিয়াছিল। প্রায় ১০।১১ দিনের মধ্যে ইহা পূর্ণাকার প্রাপ্ত হইয়া আবাব কমিতে আবন্ত কবিল। অবশেষে তিন সপ্তাহের মধ্যে ইহা একেবারে মিলাইয়া গেল।

হালিবি ধুমকেতু ছাড়াও **বিয়েলার** এবং **এনকি ও দোনাতির** ধুমকেতু প্রসিদ্ধ।

চন্দ্র যেমন এক সময়ে পৃথিবীবই অংশ ছিল বলিয়া বিজ্ঞানবিদগণ বলেন তেমনই তাহাবা বলেন ঐ সকল ধুমকেতুও এক সময়ে না এক সময়ে সূর্যের অংশ মাত্র ছিল। নৈসর্গিক কাবণে তাহাবা

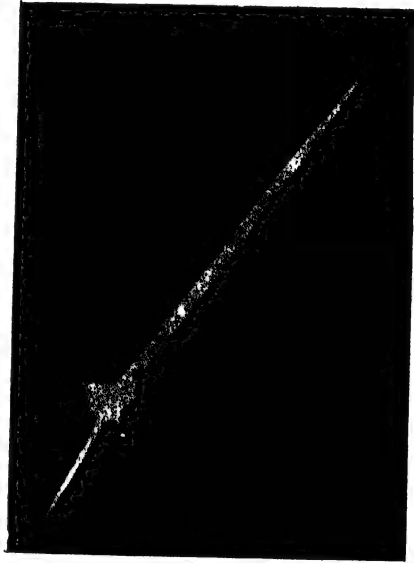


বিচ্যুত হইয়া গিয়াছে। আবাব সূর্যের আকর্ষণে এই ধুমকেতুও চূর্ণ ও ক্ষুদ্রতব হইয়া উদ্ধাব আকাবে আকাশে ঘূবিয়া বেডায। এইরূপ ঘূবিতে ঘূবিতে যখন ইহাবা পৃথিবী বা অগ্নি কোন গ্রহেব নিকটে আসিয়া পড়ে তখন ঐ সকল গ্রহ উহাদিগকে আপনাপন বৃকে টানিয়া লয়। পৃথিবীর বৃকে এইরূপ বহু উদ্ধা-

৪৫ নং চিত্র—উদ্ধাপিও

পিও আসিয়া পৌছিয়াছে। দেখা গিয়াছে ঐ উদ্ধাপিওগুলিতে লৌহ, নিকেল প্রভৃতি ধাতু বিद्यমান—অপার্থিব দ্রব্য ইহাতে কিছু নাই।, পৃথিবীর আকর্ষণে

যখন ইহা বা প্রচণ্ড গতিতে ছুটিয়া আসে তখন ইহাদেব সহিত পৃথিবীবক্ষস্থ বায়ুর ঘর্ষণে ইহা বা উত্তপ্ত হইয়া ক্রমে জ্বলিয়া উঠে। তখন ইহাদিগকে দেখা যায় যেন একটি হাউই ছুটিতেছে। আকাশে এইরূপ উল্কাপাত প্রায়ই দেখা যায়। সাধারণত লোকে ইহাকে তাবা খসা বলে। কিন্তু তাবা এইরূপে খসিলে পৃথিবীর নিস্তার থাকিত না। এক একটি তাবা পৃথিবী অপেক্ষা বহুগুণ বড় এবং ভারী। তাহাদেব সহিত পৃথিবীর এইরূপ ঘর্ষণ হইলে পৃথিবী চুবমাব হইয়া যাইত। পৃথিবীতে আসিবাব সময় কোন কোন উল্কাপিণ্ড জ্বলিয়া একেবাবে ছাই হইয়া যায়। তখন এগুলি আব পৃথিবীতে পড়িতে পাবে না। অতএব বায়ু প্রকাবাস্তবে উল্কাপাতের বিপদ হইতে অনেক পৰিমাণে পৃথিবীকে বক্ষা কৰিতেছে। ছোট বড় অনেক উল্কাপিণ্ড পৃথিবীতে পড়িয়াছে। ইহাদেব অনেকগুলি কলিকাতাব যাদুঘৰে বক্ষিত আছে। উল্কাপিণ্ডের নিজস্ব কোন জ্যোতি নাই।



৪৬নং চিত্র—উল্কাপাত

১২০৮ সালে জুন মাসে সাইবেৰিয়ায় যে উল্কাপাত হয় তাহাব গুজন কয়েক হাজাৰ টন। ইহা পড়িবাব অনেক কাল পৰে পিণ্ডটিকে এক জঙ্ঘলের মধ্যে পাওয়া

যায়। শুনা যায় ইহাব পতনকালে ইহাব চতুর্দিকে ৪০।৪৫ মাইল পর্যন্ত ঘববাড়ী পুড়িয়া যায় এবং ৪০০ মাইল দূর পর্যন্ত লোকে ইহাব উত্থাপ অল্পভব কবিয়াছিল।

বৎসবের মধ্যে কোন কোন সময় যেমন ২১শে এপ্রিল, ২ই, ১০ই এবং ১১ই আগষ্ট, ১২ই, ১৩ই, ১৪ই নভেম্বর এবং ২৭শে, ২৮শে ও ২৯শে নভেম্বর প্রভৃতি কয়েকটি তাবিখে অত্যধিক উত্থাপাত হইতে দেখা যায়। কাবণ গ্রহ নক্ষত্রের আয় ইহাবাও নির্দিষ্ট পথে চলে এবং কোন কোনটি ঝাঁক বাঁবিয়া বিচরণ কবে। পৃথিবী যেদিন এমন একটি ঝাঁককে আপনাব বুকে 'টানিয়া লয় সেইদিন অধিক পরিমাণে উত্থাপাত হয় এবং ঐ সকল দিনে উত্থাপিত পৃথিবী কতৃক অধিক জ্বোবে আকৃষ্ট হয়।

সূর্যেও লৌহ এবং নিকেল পাওয়া যায়। অতএব ইহাও অনুমান করা যায় ইহাবা এক সময়ে সূর্যের অংশ ছিল।

সংক্ষেপ :- ধূমকেতু ঝাঁটাব মত, ভ্রমণ পথ উপবৃত্ত, অবিকৃত বা পরাবৃত্তাকার, গ্রহগণ অপেক্ষা আকারে বড় বড় হইলেও ওজনে বহু কম। মনে হয় ইহাব অধিকাংশই বাষ্পময়। সূর্যের নিকট আসিলে ইহাদিগকে দেখা যায়। তখন গতি বৃদ্ধি হয় ও লেজ বাড়ে। লেজটি সূর্যের বিপরীত দিকে থাকে।

উত্থাপিত শৌহ বা নিকেল প্রভৃতি পৃথিবী পদার্থ দ্বারা গঠিত। পৃথিবীর আকর্ষণে পৃথিবীতে আসিবার সময় বায়ু সহিত ঘর্ষণে উত্তপ্ত ও ক্রমে জলিয়া উঠিলে হাউইএব মত দেখায়। কখন কখন পুড়িয়া ছাই হইয়া যায়। বৎসবের বিশেষ বিশেষ দিনে অধিক উত্থাপাত হয়। ছোট বড় অনেক উত্থাপিত পৃথিবীতে পড়িয়াছে।

অষ্টম প্রশ্নমালা

১। ধূমকেতু ও উত্থাপিত বস্তু লিখ। Write notes on .—Comets and meteors.

[কঃ বিঃ ১৯৪১]

২। উত্থাপাত বলিতে কি বুঝায়? (What do you understand by coming down of a meteor.)

৩। বৎসরের কোন কোন সময়ে বেশীমাত্রায় উত্থাপিত দেখা যায় এবং কেন লিখ। (In which parts of the year meteors are found in large numbers and state reasons.)

ভূ-বিজ্ঞান

প্রথম পরিচ্ছেদ

পৃথিবীর জন্ম

প্রত্নতাত্ত্বিকগণ মহেন-জো-দডোব ভূগর্ভে বিবাট সহবেব অবশেষ আবিষ্কাব কবিয়াছেন। ভূতাত্ত্বিকগণ হিমালয় শৃঙ্গে প্রস্তবে কত মাছ এবং অগ্ন্যান্ত জলীয় ভীবেব জীবাশ্ম আবিষ্কাব কবিয়াছেন। আমবা দেখিতে পাঈ সাগবে, নদীবক্ষে কত দ্বীপ মাথা তুলিয়া উঠিতেছে। আবাব এই যে সেদিন বিহাবে ভূমিকম্প হইয়া গেল তাহাতে কত উচ্চ স্থান জ্ঞাতভূমিতে পৰিণত হইয়া গিয়াছে। এই সকল বিষয় চিন্তা কবিলে মনে হয় পৃথিবীর উপব দিন দিন কত পৰিবর্তনই না সাধিত হইতেছে। পূবে যে পৃথিবী এমন সুন্দব মাতৃষেব বাসোপযোগী ছিল না তাহাও বলা যাইতে পাবে। এ বিষয়ে গবেষণা কবিয়া বহু বৈজ্ঞানিক পৃথিবীর জন্ম সম্বন্ধে বহু মত প্রচাব কবিয়া থাকেন। কে বলিতে পাবে তাহাদেব মন্যে কোন্ মত ঠিক আৰ কোন্টি বেঠিক !

জার্মান বৈজ্ঞানিক ক্যান্ট ও ফরাসী বৈজ্ঞানিক লামপ্লাস প্রচাব কবিয়াছিলেন সমস্ত সৌৰজগৎ প্রথমে নীহাবিকাবস্থায পিণ্ডাকাৰে বহুদূৰ বিস্তৃত ছিল। এই নীহাবিকা অত্যন্ত গৰম এমন কি জলন্ত অবস্থায় ছিল বলিয়া বলেন। পিণ্ডাকাৰ এই নীহাবিকা প্রচণ্ড বেগে আপন মেরুদণ্ডেব চাবিদিকে ঘূৰিত। কালক্ৰমে ঘূৰিতে ঘূৰিতে ইহা তাপ বিকিৰণ কৰিতে থাকে। ফলে এই পিণ্ডেব মধ্যভাগ শীতল হইয়া চূপসিয়া যাওয়ায় ইহাব মধ্যভাগ হইতে একটি বলয় খসিয়া পৃথক হইয়া যায়। কালক্ৰমে এই বলয়ও চূপসাইয়া গোলাকাৰ ধাবণ কৰে। পূমরায় প্রথম পিণ্ড হইতে এইৰূপে আর একটি বলয় বাহিব হয় এবং কালে

তাহাও গোলাকাব ধারণ কবে। মূল গোলকটি এইকপে যত ছোট হইতে থাকে ততই ইহাব ঘূৰ্ণন গতি প্রবলতব হইতে থাকে। এইকপে কয়েকটি অংশ ইহা হইতে পৃথক হইয়া যাইবাব পব যে অংশটি বহিল তাহাই আমাদেব বৰ্তমান সূৰ্য, এবং যে অংশগুলি ইহা হইতে বাহিৰ হইয়া এক একটি পৃথক গোলক হইয়া বহিল তাহাবা মঙ্গল, বুধ, পৃথিবী ইত্যাদি সূৰ্যেব কয়টি গ্রহ। যাহাবা পৃথক হইয়া আসিল তাহাবা ও মূল গোলকটিব ত্রায় একই দিকে স্বীয় য়েৰুদণ্ডেব চাৰি-দিকে ঘূৰিতে ঘূৰিতে মহাকৰ্ষেব ফলে সূৰ্যেব চাৰিদিকে ঘূৰিতে লাগিল। ক্যান্ট ও লাপলাসেব এই মতটি নীহাবিকাবাদ (Nebular hypothesis) নামে খ্যাত। কয়েকটি কাবণে শেষ পৰ্যন্ত এই মতবাদ টিৰিল না।

বৰ্তমানে পৃথিবীৰ জন্ম সম্বন্ধে জিন্স ও জেফ্রিসেৰ মতবাদই প্রচলিত। তাঁহাদেব মতবাদ জোয়ারী মতবাদ (Tidal theory) বা গ্রহকণিকাবাদ (Planetary hypothesis) নামে খ্যাত। তাঁহাদেব মত এই :-

সৃষ্টিব আদিম যুগে সূৰ্য এবং সূৰ্য অপেক্ষা বৃহত্তব নক্ষত্ৰগণ বৰ্তমান ছিল। বহু দূৰ হইতে সূৰ্যেব পাশ দিয়া সূৰ্যাপেক্ষী বহুগুণ বড় একটি নক্ষত্ৰ চলিয়া যায়। চন্দ্র ও সূৰ্যেব টানে পৃথিবীপৃষ্ঠে জলবাশি যেমন একত্ৰিত হইবাব চেষ্টা কৰিয়া জোয়াব-ৰূপে ফুলিয়া উঠে তেমনই নক্ষত্ৰটিব আকৰ্ষণে সূৰ্যেব কিয়দংশ ফুলিয়া



১নং চিত্র—নক্ষত্ৰেৰ আকৰ্ষণে সূৰ্যেব অংশ বিশেষ বিচ্ছিন্ন হইতেছে

নক্ষত্ৰেব দিকে আকৃষ্ট হয়। যখন নক্ষত্ৰটি সূৰ্যেব সৰ্বাপেক্ষা নিকটে আসিল তখন

সূৰ্য্যে যে অংশ ফুলিয়া উঠিয়াছিল তাহা বিচ্ছিন্ন হইয়া গেল এবং সৰ্কে সৰ্কে নক্ষত্ৰটি আৰাব আপন পথে অগ্রসৰ হইয়া সূৰ্য্য হইতে দূৰে চলিয়া গেল। সূৰ্য্য ও নক্ষত্ৰেৰ আকৰ্ষণে সূৰ্য্যেৰ ঐ বিচ্ছিন্ন অংশ, দুই দিকে ক্ৰমশঃ সৰু হইয়া পটোল বা চুৰুটেৰ মত আকাৰ ধাবণ কৰিল। এই বিৰাট বাষ্পীয় চুৰুট বা পটোলাকাৰ পদাৰ্থটি কালক্ৰমে নৈসৰ্গিক কাৰণে গুণ্ডা হইয়া বৰ্ত্তমানে গ্ৰহ ও উপগ্ৰহগণেৰ আকাৰে বিদ্যমান বহিষাছে। গ্ৰহগণেৰ আয়তন ও দূৰত্ব বিচাৰ কৰিয়া দেখিলে বুধা যায পটোলাকৃতি বাষ্পীয় পিণ্ডটিৰ যে অংশ ভাঙিয়া যে গ্ৰহেৰ জন্ম হইয়াছে সেই অংশেৰ আয়তন অনুসাৰে গ্ৰহগণেৰ আয়তন। তাই গ্ৰহমণ্ডলীৰ প্ৰায় মধ্যস্থিত বৃহস্পতি গ্ৰহ আয়তনে সৰ্বাপেক্ষা বড় এবং দুই প্ৰান্তেৰ দিকে গ্ৰহগণ ক্ৰমশঃ ছোট হইয়া গিয়াছে।

নক্ষত্ৰটি যখন সূৰ্য্য হইতে দূৰে চলিয়া গেল তখন ইহাদেৰ উপৰ সূৰ্য্যেৰ আকৰ্ষণই প্ৰবল হইল। নক্ষত্ৰটি বাষ্পীয় পটোলাকাৰ পিণ্ডটিতে যে গতি সঞ্চাৰ কৰিবাছিল, সেই গতি ও সূৰ্য্যেৰ মহাকৰ্ষেৰ ফলে উহা সূৰ্য্যেৰ চাৰিদিকে ঘূৰিতে থাকিল। আজিও সে ঘূৰ্ণনেৰ ব্যতিক্ৰম ঘটে নাই।

এইকপে যখন পৃথিবী জন্মগ্ৰহণ কৰে তখন ইহা একাটি বাষ্পপিণ্ড মাত্ৰ ছিল এবং সেই বাষ্পপিণ্ড অত্যন্ত উষ্ণ ছিল। কালক্ৰমে তাপ বিকিৰণ কৰিয়া ইহাৰ পৃষ্ঠ শীতল হইতে লাগিল এবং ক্ৰমে সেই বাষ্প জমিয়া তৰল হইল এবং আৰও শীতল হইয়া কঠিন হইল। আজিও পৃথিবীৰ চাৰিদিকে যে বায়ুমণ্ডলেৰ আবৰণ, তাহা আদিম যুগেৰ বাষ্পেৰ অংশ ভিন্ন আৰ কিছু নহে। সমুদ্ৰ, নদ, নদী



২ নং চিত্ৰ—পটোলাকাৰ
বাষ্পপিণ্ড হইতে গ্ৰহগণেৰ জন্ম

প্রভৃতিৰ জল তৰলিত বাষ্প এবং মাটি, পাথৰ প্রভৃতি আদিম কালৰ বাষ্পেৰ ঘনীভূত আকাৰ মাত্ৰ। একই উষ্ণতাৰ সকল দ্ৰব্য একই অবস্থায় থাকিতে পাবে না একথা পূৰ্বেই জানিয়াছ, যেমন 0° সেন্টিগ্ৰেডে জল কঠিন অবস্থায় থাকে আৰু 100° সেন্টিগ্ৰেডে উহা বাষ্প হইয়া যায়, অথচ লৌহকে তৰল কৰিতে হইলে 1530° সে: উষ্ণ কৰিতে হয় এবং বাষ্প কৰিতে হইলে 2500° ডিগ্ৰী সেন্টিগ্ৰেডে তুলিতে হয়। কাজেই বাষ্পপিণ্ডেৰ যে যে উপাদান, বৰ্তমান পৃথিবী পৃষ্ঠেৰ উষ্ণতাৰ যে আকাৰে থাকিতে পাবে, তাহাৰা সেইৰূপ আকাৰেই আছে—কেহ বাষ্প, কেহ তৰল, কেহ বা কঠিন হইয়া আছে। কিন্তু ইহাৰ গৰ্ভ এখনও অত্যন্ত উষ্ণ—স্থানকাৰ উত্তাপ বিকিৰিত হইতে পাৰ না। কাজেই ইহাও কল্পনা কৰা যাইতে পাৰা যায়, যতই ভূগৰ্ভেৰ নিচে যাওঁগা যাইবে ততই উষ্ণতা বৃদ্ধি হইবে। পৃথিবীৰ উপৰিস্থ কঠিন আবৰণ নিচেৰে দিকে ক্ৰমশঃ তৰল হইয়া গিয়াছে। কেন্দ্ৰেৰ নিকট বোধ হয় এখনও বাষ্পই বিद्यমান বহিয়াছে।

পৃথিবী যখন ঠাণ্ডা হইতে লাগিল তখন প্ৰথমে লৌহ, নিকেল প্রভৃতিৰ বাষ্প জন্মিয়া তৰল হইল পৰে জলীয় বাষ্প জন্মিল। এইৰূপে বিভিন্ন তৰল পদাৰ্থ যখন একত্ৰ হইল তখন ভাবীগুলি পৃথিবীৰ কেন্দ্ৰেৰ নিকট সঞ্চিত হইল এবং ক্ৰমে লঘুতৰ তৰল পদাৰ্থগুলি ইহাৰ উপৰ সঞ্চিত হইল। এই লঘুতৰ তৰল পদাৰ্থগুলি আৰুৰ শীতল হইয়া জন্মিয়া কঠিন হইয়া গেল।

পৃথিবী প্রভৃতি গ্ৰহ এবং ইহাদেৰ উপগ্ৰহগণ এক সময়ে সূৰ্যেৰ অংশ ছিল। তাহা হইলে পৃথিবীৰ উপাদানগুলিও যে সূৰ্যে বিद्यমান আছে ইহাও বলা যাইতে পাবে।

সংক্ষেপ ৩:—ক্যাট ও লাণলাসেৰ নীহাৰিকাবাদ মতে ঘূৰ্ণায়মান জ্বলন্ত বাষ্পীয় পিণ্ড হইতে বলয় পৃথক হইয়া সমুচিত হইয়া পৰ পৰ কয়েকটি গ্ৰহেৰ সৃষ্টি কৰিল। সৰ্বশেষ ১৭ অংশটুকুৱছিল তাহাই সূৰ্য। এ মতবাদ এখন প্ৰচলিত নাই। এখন জিন্স ও জেফ্ৰিসএৰ জোহাৰীবাদ বা গ্ৰহকণিকাবাদ প্ৰচলিত। তাহাদেৰ মতে সূৰ্য অপেক্ষা বহুগুণ বডু একটি নক্ষত্ৰ সূৰ্যেৰ নিকট দিয়া চলিয়া যাওঁৱায় সূৰ্যেৰ অংশ বিশেষ ক্ষীত হইয়া ক্ৰমে নক্ষত্ৰটি নিকটতম হইলে সূৰ্যেৰ

ঐ শীত অংশ বিচ্ছিন্ন হইয়া যায়। সূর্য ও নক্ষত্রের আকর্ষণে ঐ বিচ্ছিন্ন অংশের দুই দিক সঙ্ক হইয়া যায়। এই পটোলাকৃতি বাষ্পপিণ্ড খণ্ড খণ্ড হইয়া আবার গ্রহ উপগ্রহাকারে আজিও বিচ্ছিন্ন। বিকিরণ হেতু বাষ্পপিণ্ড জমিয়া তরল ও কঠিন হইয়া যাওয়ায় পৃথিবীপৃষ্ঠে মাটি ও জল জমিয়া উঠে। যে অংশ এখনও গ্যাসের মত বহিষাছে, তাহাই বায়ুমণ্ডল। ভূগর্ভ এখন ভূপৃষ্ঠ হইতে বহু উচ্চ। সেখানে যে তরল পদার্থ আছে তাহা ভূ-পৃষ্ঠের তরল পদার্থ অপেক্ষা গুরুতর।

প্রথম প্রশ্নমালা

১। পৃথিবী কিরূপে সৃষ্ট হইল বল। (State how the earth was created)

[ক: বি: ১৯৪০]

২। লাপলাস ও ক্যান্টের মতবাদ কি? অথবা নীহারিকাবাদ বশিতে কি বুঝাও সবিস্তার লিখ। (What is Laplace's and Kant's theory? Or write in detail what is meant by Nebular hypothesis)

৩। জিন্স ও জেফ্রিসএর মতবাদ কি? অথবা জোয়ারীবাদ বা গ্রহকণিকাবাদ বলিতে কি বুঝ লিখ। (What is Jean's and Zefrey's theory? Or state what do you understand by Tidal theory Or Planetesimal theory)

৪। পৃথিবীর জন্ম সম্বন্ধে কোন মতবাদ বর্তমানে প্রচলিত—নীহারিকাবাদ না গ্রহকণিকা-বাদ? দুইটি মতের অবিকর্তৃদেব নাম কব। (What theory is current—Nebular theory or Planetesimal theory? Who are the inventors of the theories?)

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ

ভূ-ত্বক, শিলা ও পৃথিবীর আভ্যন্তরীণ অবস্থা

ভূ-ত্বক—জন্মেব পব বাষ্পীয় হইতে ক্রমে পৃথিবী তবল গোলকরূপে যখন স্রব্ধেব চাৰিদিকে ঘূৰিতেছিল তখন ইহাব তাপ চাৰিদিকে বিকিৰিত হইতেছিল। কাজেই শীতল হইয়া কতকগুলি উপাদান জমাট বাঁধিয়া কঠিন হইল। এইকপ জমাট বাঁধিয়া কঠিন হওয়াব ফলে সঙ্কোচন আবশ্য হইল। সঙ্কে সঙ্কে পৃথিবী পৃষ্ঠেব কোথাও চাপে ফুলিয়া উঠিল, কোথাও নামিয়া গেল। যে স্থান নামিয়া গেল সে স্থানে তবল পদার্থ আসিয়া জমিল, কাজেই পৃথিবী পৃষ্ঠে কঠিন স্থল ও তবল পদার্থ জলেব, একটা মোটামুটি বিভাগ হইয়া গেল। বাষ্পপিণ্ডে যে জলীয় বণা বিচুমান ছিল তাহাবাই জমিয়া জনকপে সঞ্চিত হইল। কিন্তু সঙ্কে সঙ্কে লবণ জাতীয় পদার্থেব বাষ্প ঐ জলেৰ মূৰ্য্যে মিশ্রিত থাকিয়া গেল। এখন পৃথিবী পৃষ্ঠেব প্রায় তিন ভাগ জল এবং এক ভাগ স্থল এবং এই অসীম জলবাশি কেন লবণাক্ত নুযিতে পাৰি। কিন্তু এই অসীম জলবাশিব নিচেও স্থল। সমুদ্রেব জনতল সীমা ধৰিলে পৃথিবী পৃষ্ঠে পাহাড় পৰ্বতগুলিব সৰ্বাধিক উচ্চতা প্রায় ২২০০০ হাজাৰ ফিট এবং সমুদ্রেব সৰ্বাধিক গভীৰতা ৩৫০০০ হাজাৰ ফিট। যাহা হউক পৃথিবী পৃষ্ঠেব জলবাশি ভিন্ন যে স্থলভাগ আববণকপে বিচুমান তাহাব উপাদানও বহু প্রকাৰেব। কিন্তু বৈজ্ঞানিকগণ এই স্থলভাগেব অংশ মাত্রকেই শিলা বলিয়া থাকেন। তাহাদেব মতে পাথৰ, স্ফুডি, বঁকব যেমন শিলা তেমনই বালুকণা কাদা মাটি প্রভৃতিও শিলা। বস্তুত খনিজ কঠিন পদার্থ মাত্রই শিলা। তবে সমস্ত শিলাগুলিকে তাহাবা তিনটি বিভিন্ন বিভাগে বিভক্ত কৰিয়াছেন, যথা:—**আগ্নেয়, পলল ও পৰিবৰ্তিত শিলা।**

আগ্নেয় শিলা (Igneous rock) :—নৈসৰ্গিক কাৰণে উদ্ভূত অবস্থা হইতে

শীতল হইয়া কঠিন অবস্থা প্রাপ্ত হইলে যে শিলা গঠিত হয় তাহারাই আগ্নেয় শিলা। অগ্ন্যুৎপাতের

সময় আগ্নেয়গিরির গর্ভ হইতে যে নিম্নাব বহির্গত হয় তাহা বা শীতল হইয়া আগ্নেয় শিলারূপে বিস্তারমান থাকে। অনেক সময় আগ্নেয়গিরি নিঃসৃত আগ্নেয় শিলাব ভিত্তব বায়ু বা বাষ্পীয় পদার্থেব জগ্ন জ্বালি জ্বালি ফাঁপা হইয়া যায়। আবাব ধূলা, বালি, ছোট ছোট পাথব প্রভৃতি নির্গত হইয়া একত্রে জমাট বাঁধিয়া



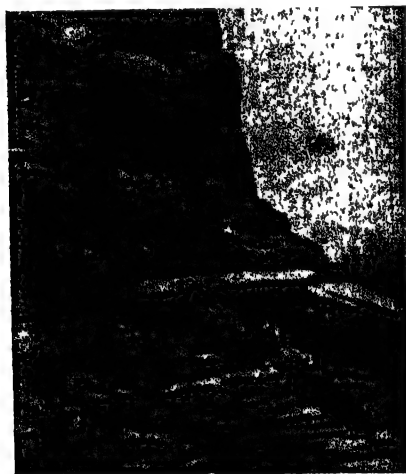
৩নং চিত্র—আগ্নেয় শিলা

যায়—তাহাবাও আগ্নেয় শিলা, তবে ইহাবা **টাফ** (Tuff) নামে অভিহিত হইয়া থাকে। আগ্নেয় শিলা দুই বকম, **প্লুটনিক** (Plutonic) ও **ভলকানিক** (Volcanic)। ভূগর্ভেব গলিত পদার্থ ভূগর্ভে আবদ্ধ থাকিয়া শীতল হইয়া কঠিন হইয়া যাওয়ায় প্লুটনিক শিলা সৃষ্ট হইয়াছে, এবং ভলকানিক শিলা ভূগর্ভেব বাহিবে আসিয়া জমিয়া থাকে।

গ্র্যানাইট (Granite) প্লুটনিক শিলাব উত্তম দৃষ্টান্ত। ইহাবা সাধারণত তিন প্রকাব বিভিন্ন উপাদানের সহিত পরস্পর ওতঃপ্রোত ভাবে মিশ্রিত হইয়া থাকে। মাংসেব বঙেব মত অল্প লালভায়ুক্ত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কেলাসিত অংশটিব নাম **ফেলস্পার** (Felspar)। ইম্পাতের ছবিকাষাতে ইহাতে দাগ পড়ে। স্বচ্ছ কাঁচের মত আব একট উপাদান ইহাতে থাকে তাহাব উপব ছবিব আঁচড বসে

না, সে উপাদানটির নাম কোয়ার্টজ (Quartz)। বাকি তৃতীয় উপাদানটি অম্ল (Mica), ইহা নবম, ছবিব অঁচড়ে ইহাব উপব দাগ পড়ে—দেখিতে কখনও সাদা, কখনও কাল, পর্দায় পর্দায় সজ্জিত। অনেক সময় একপ আগ্নেয় শিলাগুলি ভূসমাস্তবাল ভাবে থাকে কখনও বা ফাটলেব মবে খাড়া ভাবে জমাট বাঁধিয়া থাকে, পৃথোকগুলি শিল (Sill) শেথোকগুলি ডাইক (Dyke)।

পলল শিলা (Sedimentary Rock):—বায়ু, বৃষ্টি, সূর্যোত্তাপ প্রভৃতি প্রাকৃতিক কাৰণে বাসায়নিক বা যান্ত্রিক উপায়ে পৃথিবীর পৃষ্ঠে ক্রমাগত ভাঙ্গন গডন চলিতেছে। ফলে পৃথিবীর এক স্থানের শিলা বা মুক্তিকা অত্র স্থানে চালিত হইতেছে। একটি স্তবেব উপব একটি স্তব ক্রমে আব একটি স্তব সজ্জিত হইয়া



৪নং চিত্র—পলল শিলা

যে শিলা গঠন করে তাহাই পলল শিলা। আমবা নিত্য বাটনা বাটিবাব ভ্রম যে শিলা ব্যবহার কবি তাহা পলল শিলা। যখন শিল কাটাই হয় তখন একটু লক্ষ্য কবিলে দেখিবে, যে শিল কাটে সে কাটিবাব সময় একটি নির্দিষ্ট দিকে আঘাত কবিলে প্রস্তুতী-ভূত বালুকণাগুলি সারি-বদ্ধ ভাবে ছাডিয়া যায়। চেষ্টা কবিলে ইহাকে

স্তবে স্তবে ছাডাইয়া ফেলা যায়—বালুকণাগুলি এমন স্তসংবদ্ধ ভাবে সাজান থাকে। কলিকাতাব ফুটপাথে যে পাথব গাঁথা থাকে তাহা পলল

শিলাব অত্যন্তকৃষ্ট উদাহরণ—ইহাদিগকে **বেলে পাথর** (Sandstone) কহে।

এইরূপ স্তব বিলম্বিত হয় বলিয়া এমনও দেখা যায় পলল শিলাব মধ্যে কত জীব জন্তুব বস্তু বা জীবাশ্ম প্রোথিত হইয়া গিয়াছে। আগ্নেয় শিলা উত্তপ্ত উপাদান হইতে গঠিত বলিয়া কখনও ইহাব মধ্যে জীব থাকিতে পাবে না। তাই আগ্নেয় শিলাব মধ্যে কখনই জীবাশ্ম পাওয়া সম্ভব নয়। জীবাশ্ম থাকা বা না থাকাই পলল শিলা বা আগ্নেয় শিলাব প্রধান বৈশিষ্ট্য। উত্তাপ হেতু কয়লাব জন্ম, তথাপি কয়লা এক প্রকার পলল শিলা।

হিমালয় পর্বতে এমন অনেক পলল শিলা পাওয়া যায় যাহাতে সামুদ্রিক উদ্ভিদ বা জীবজন্তুব জীবাশ্ম বহিষ্যছে। ইহাতে বলা যায় এক সময়ে ঐ সকল শিলাগুলি সমুদ্রগর্ভে উৎপন্ন হইয়াছিল। এইরূপে জলজ বা স্থলজ, সামুদ্রিক বা হ্রদেব গাছপালা বা জীবজন্তুব জীবাশ্ম দেখিয়া কোন্ শিলা কোথায় জন্মিয়াছিল বলা যাইতে পাবে।

পরিবর্তিত শিলা (Metamorphic rock)—তাপ ও চাপ ইত্যাদির বৈষম্য হেতু আগ্নেয় বা পলল শিলা হইতে পরিবর্তিত শিলা উৎপন্ন হয়। ইহাদিগকে দেখিলে সহজে কোন্ শ্রেণীভুক্ত ধরা যায় না। চুনা পাথব হইতে মার্বেল পাথবেব জন্ম। দেখিলে কিন্তু মনে হয় না যে কোন দিন মার্বেল পাথব চুনা পাথব ছিল। মনে হয় চুনা পাথব পলল শিলা এবং মার্বেল পাথব আগ্নেয় শিলা। এইরূপ বর্দম হইতে স্লেট পাথবেব জন্ম।

অনেক সময় দেখা যায় জীবাণু বা উদ্ভিজ্জাতীয় অবশিষ্ট একত্র হইয়া প্রস্তবীভূত হইয়া গিয়াছে, ইহাদিগকে **জৈব শিলা** (Organically derived rock) বলা হয়। চা-খড়ি এবং স্পঞ্জ জৈব শিলাব উৎকৃষ্ট দৃষ্টান্ত।

ভূপৃষ্ঠেব স্থলভাগে নানা জাতীয় শিলাব আন্তর্যগটিতে আগ্নেয় শিলা এবং পলল শিলা সমপরিমাণে বর্তমান। খনি বা নলকূপ খনন করিবাব কালে

পৃথিবীর অভ্যন্তরস্থ শিলা পরীক্ষা কবিয়া দেখা গিয়াছে, পৃথিবীর অভ্যন্তরে ভূপৃষ্ঠ হইতে অল্প নিচে আব পলল শিলা নাই, কেবলমাত্র আগ্নেয় শিলা এবং তাহা প্রধানত গ্র্যানাইট জাতীয়। সমুদ্রতলে বা সমুদ্র মধ্যে যে দ্বীপ গুলি আছে তাহারা **বাসান্ট** (Basant) জাতীয় শিলাদ্বারা গঠিত। আগ্নেয় গিৰি হইতে যে লাভা উদ্গীৰ্ণ হয় তাহাও বাসান্ট জাতীয়। বাসান্ট আগ্নেয় শিলা। গ্র্যানাইট যেমন ভূগর্ভে জমিয়া থাকে—ইহাও একেপ নহে। ভূগর্ভ হইতে বাহিৰ হইয়া ভূপৃষ্ঠে জমিয়া থাকে।

এইকপে বুঝা যায় স্থলভাগ প্রধানত গ্র্যানাইট জাতীয় শিলায় প্রস্তুত। ইহাব নিচে সাগরের তলদেশ দিয়া সমস্ত পৃথিবীব্যাপী আব একটি স্তৰ আছে তাহা প্রধানত বাসান্ট দ্বারা গঠিত। বাসান্ট স্তৰ হইতে পৃথিবী পৃষ্ঠ পৰ্যন্ত স্তরগুলিকে আমবা সানাবণত ভূত্বক বলিয়া থাকি। কাষনটি প্রাকৃতিক কাৰণে পৃথিবী কেমন কবিয়া পৰিবৰ্তিত হইতেছে তাহা নিয়ে বিবৃত হইল।

পাহাড় হইতে প্রস্তুত ও উপলব্ধ নদী স্রোতে বাহিত হইয়া নিম্ন দিবে গড়াইয়া আসিতেছে। আসিবার সময় পৰস্পৰ পৰস্পরের সহিত ঘর্ষণে ক্রমে ক্ষুদ্রাকার হইয়া যায়। অবশেষে বড় বড় প্রস্তুত খণ্ড বালুকণায় পৰিণত হইয়া যায়। নদী যখন সমতল দেশে আসে তখন উহাব বেগ দক্ষীভূত হয়, কাজেই অপেক্ষাকৃত বড় এবং ভারী প্রস্তুত খণ্ড থিতাইয়া পড়ে। যত সমুদ্র নিকটবর্তী হইতে থাকে ততই ইহাব বেগ কমিয়া আসে। আসিবার সময় পথিমধ্য হইতে যে কর্দম বাহিয়া আনিয়া ছিল তাহা বালুকণাব সহিত জমিয়া স্থানে স্থানে সঞ্চিত হয় ও চৰেৰ সৃষ্টি কৰে। নদীমধ্যবর্তী চৰ ক্রমশ বিন্ধীৰ্ণ হইয়া নদীকে বিভিন্ন ধাৰায় বিভক্ত কৰে। এই চৰভূমিৰ উৰ্বৰতা অতিশয় প্রবল। নদী যখন সাগৰে আসিয়া পড়ে তখন উহাব মোহানাব নিকট যে ত্রিকোণাকার চৰগুলি সৃষ্টি কৰে তাহাদিগকে ব-দ্বীপ বলে। এই ব-দ্বীপে ক্রমে চাষ আবাদ হইতে মানুষের বসতি আবন্ত হয়। তখন ইহা জনপূৰ্ণ

লোকালয়ে পবিণত হয়। এতস্তিন্ন পৃথিবীর উপর বায়ু ও তাপের ক্রিয়া দ্বারা ক্রিয়ণে ইহাব পৃষ্ঠ পবিবর্তিত হইতেছে তাহা পদার্থ বিজ্ঞাব চতুর্থ পবিচ্ছেদেব শেষে কিছু কিছু পডিযাছ। ভূচাক্ষ্যে উহার পৃষ্ঠে যে পরিবর্তন সাধিত হয় তাহা পববর্তী পবিচ্ছেদে পাঠ কবিবে।

পৃথিবীর অভ্যন্তরের অবস্থা

পূর্বে জানা গিয়াছে পৃথিবীর আপেক্ষিক গুরুত্ব ৫ এবং ইহাব ব্যাসার্ধ ৪০০ চাবি হাজ্জাব মাইল। খনি খুঁড়িয়া মান্নুষ মাত্র দুই মাইল পর্ধন্ত ইহাব গর্ভে প্রবেশ কবিত্তে সক্ষম হইয়াছে। সমুদ্রেব গড় গভীরতাও ন্যূনাদিক দুই মাইল। বাকি অংশ কি উপাদানে গঠিত তাহা প্রত্যক্ষভাবে পবীক্ষা কবিত্তে মান্নুষেব সাধ্য হয় নাই। বল্পনা দ্বাবা বৈজ্ঞানিকগণ যাহা অল্পমান কবিযাছেন তাহাতেও যথেষ্ট মত ভেদ পবিলক্ষিত হয়। তথাপি মান্নুষেব মনে অজ্ঞাত জিনিষেব বিষয়ে জানিবাব আকাঙ্ক্ষা চিব প্রজ্জলিত থাকায় তাহাবা পৃথিবীর অভ্যন্তরেব অবস্থা জানিবাব জন্ত কতই না চেষ্টা কবিত্তেছে।

ভূ-ত্বক মাত্র ৪০ মাইল পুরু। ইহাব প্রধান উপাদান গ্র্যানাইট ও ব্যাসণ্ট জাতীয় শিলা, প্রথম ২৫ মাইল গ্র্যানাইট, পববর্তী ১৫ মাইল ব্যাসণ্ট। কিন্তু এতদুভয়েব গড় আপেক্ষিক গুরুত্ব ২.৬ বা কিছুদধিক। তাহা হইলে পৃথিবীর অভ্যন্তরে যে পদার্থ আছে তাহাদেব আপেক্ষিক গুরুত্ব ৮ এব কম নহে। এ দিকে আবাব লক্ষ্য কবা গিয়াছে যে, পৃথিবীর কেন্দ্রেব যত নিকটবর্তী হওয়া যায় ততই উষ্ণতা বৃদ্ধি পাইতে থাকে এবং ভূ-পৃষ্ঠেব কাছাকাছি প্রতি ১০০ ফুট গভীরতায় ১° ফাৰেনহিট উষ্ণতা বাড়ে। অবশ্য যত কেন্দ্রেব নিকটবর্তী হওয়া যায় ততই এই উষ্ণতা বৃদ্ধি হাব কমিয়া যায়। তখন আব প্রতি একশত ফুটে ১° ডিগ্রী ফাৰেনহিট উষ্ণতা বাড়ে না। যাহা হউক কম হাবে বাড়িলেও বৈজ্ঞানিকগণ স্থির কবিযাছেন কেন্দ্রেব নিকট উষ্ণতা এক লক্ষ ডিগ্রী

ফারেনহাইটের কম হইবে না। এত অধিক উষ্ণতায় পার্থিব কোন পদার্থই কঠিন বা তবল অবস্থায় থাকিতে পারে না, গ্যাসীয় আকার ধারণ কবে। আবার এদিকে ভূ-ত্বক কঠিন হওয়ায় অভ্যন্তরস্থ পদার্থ গ্যাসীয় হইয়া প্রসারিত হইতে না পারিয়া অত্যধিক চাপের মধ্যে থাকে। এই চাপের পরিমাণ হিসাব করিয়া অনেক বৈজ্ঞানিক স্থির করিয়াছেন সমুদ্রপৃষ্ঠে বায়ু মণ্ডলের চাপের ত্রিশ-লক্ষগুণ অধিক। অতএব এত চাপে পূর্বোক্ত উষ্ণতায় থাকিয়াও পার্থিব পদার্থ গুলি কঠিন পদার্থেই স্থায় হইয়া বহিয়াছে। যদি কোনক্রমে পৃথিবী পৃষ্ঠ হইতে পৃথিবীর অভ্যন্তরে একপাশে কোন এক স্তর পর্যন্ত ছিদ্র করা যায় তবে প্রচণ্ড বেগে গলিত উপাদান বাহিরে আসিয়া উৎক্ষিপ্ত হইবে।



৫নং চিত্র—ভূ-গর্ভের স্তর

এবং লৌহের আপেক্ষিক গুরুত্বও তাই। কাজেই বৈজ্ঞানিকগণ অনুমান করেন পৃথিবীর কেন্দ্রে লৌহ ও নিকেল আছে। উদ্ধায় এই দুইটি ধাতু থাকে।

ভূ-ত্বকের পবে প্রায় ৭৫০

মাইল পুরু স্তরটির আপেক্ষিক গুরুত্ব ৩.৫ বলিয়া অনুমান করা গিয়াছে। ইহাও এক প্রকার প্রস্তর জাতীয় পদার্থ দ্বারা গঠিত।

পর্বত ১২০০ মাইল পুরু স্তরটির আপেক্ষিক গুরুত্ব ৫ হইতে ৬, ইহা প্রধানত অক্সাইড ও সালফাইডময় পদার্থ দ্বারা গঠিত।

কেন্দ্র হইতে ২০০০ মাইল ব্যাসার্ধ লইয়া যে স্তর, তাহাও আপেক্ষিক গুরুত্ব ৮, নিকেল

কাজেই পৃথিবীর কেন্দ্রে যে নিকেল ও লৌহ আছে সে ধারণা আবও দৃঢ় হইয়া যায়।

আগ্নেয় গিবি হইতে লাভা উদ্গীৰণ, পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে উষ্ণ প্রস্রবন, খনিব ভিতব উষ্ণতা বৃদ্ধি প্রভৃতি ব্যাপাবগুলি পৃথিবীর অভ্যন্তর যে উষ্ণ তাহা প্রমাণ করিতে বিশেষরূপে সাহায্য কবে।

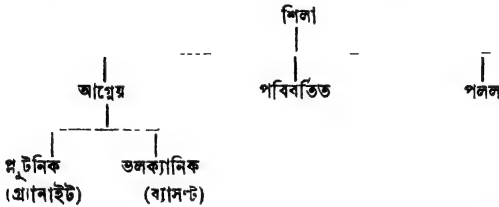
পৃথিবীর অভ্যন্তরে কোন এক স্থানে কোন বিশেষ কারণে চাক্ষু্য উপস্থিত হইলে সময় সময় ভূপৃষ্ঠে তাহা ভূমিকম্পরূপে প্রকাশ পায়। বিস্তীর্ণ ভূমি লইয়া ভূমিকম্পের প্রভাব পবিলক্ষিত হইলেও ইহা একটি কেন্দ্র হইতে উৎপন্ন হইয়া চারিদিকে ছড়াইয়া পড়ে। এই কম্পন তবঙ্গ দুই প্রকার। কতকগুলি তবঙ্গ কঠিন, তবল ও গ্যাসীয় পদার্থের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়, কতকগুলি কেবল মাত্র কঠিন পদার্থের ভিতর দিয়া চালিত হয়। কিন্তু উভয় ক্ষেত্রে কঠিন পদার্থের ভিতর দিয়াই তবঙ্গগুলি দ্রুততর বেগে ছড়াইয়া পড়ে এবং পদার্থ যত স্থিতিশীল হয় ইহাব মধ্যে কম্পনতবঙ্গের গতিও তত দ্রুত হয়।

পরীক্ষায় জানা গিয়াছে ভূ-ত্বক দিয়া ভূমিকম্পের তরঙ্গ যে সময়ে কোন এক নির্দিষ্ট দূরত্ব অতিক্রম কবে, নিম্নতর স্তর দিয়া তদধিক দূরত্ব অতিক্রম করিতে তাহা অপেক্ষাও অল্প সময় লাগে। অতএব ভূগর্ভের অভ্যন্তর ভাগ ক্রমেই গুরু হইতে গুরুতর বা অধিক স্থিতিশীল।

ভূ-ত্বককে **শিলামণ্ডল** (Lithosphere), নিকেল বা লৌহময় স্থানকে **কেন্দ্রমণ্ডল** (Centrosphere) এবং বাকি অংশকে **গুরুমণ্ডল** (Barysphere) বলা হয়।

সংক্ষেপ :- তাপবিকিরণ হেতু পৃথিবীপৃষ্ঠ গ্যাসীয় হইতে ক্রমে তরল ও কঠিন হইয়াছে। অভ্যন্তর এখনও খুব উত্তপ্ত আছে। ভূপৃষ্ঠ কঠিন হওয়ার চাপে কোথাও উঁচু কোথাও নিচু হইয়াছে, নিচু স্থানে জল জমিয়া সমুদ্ররূপে বর্তমান। সর্বাধিক উচ্চস্থানগুলি পাহাড় পর্বতরূপে বিদ্যমান। লবণ জাতীয় বাষ্প ঐ জলে গুলিয়া যাওয়ার সমুদ্রের জল লবণাক্ত হইয়াছে। পৃথিবীর উপাদানগুলি, কীকর, বালি, মাটি, কাদা পাথর, বাহাই

হউক না কেন বৈজ্ঞানিকগণের মতে সকলগুলিই শিলা। আগ্নেয়, পলল পরিবর্তিত, তিন বকম শিলা; আগ্নেয় শিলার জীবান্ন নাই এবং তবে স্তরে স্তরে বিস্তৃত নয়—পলল শিলার জীবান্ন দেখা যাইতে পাবে এবং ইহার মধ্যে সব আছে। আগ্নেয় শিলাবাহারা ভূগর্ভে জমাট বাঁধে তাহার গ্র্যানাইট জাতীয়, বাহারা বাহিরে উৎক্ষিপ্ত হইয়া জমাট বাঁধে তাহার ব্যাস্ট জাতীয়। যেগুলি ভূসমান্তরাল স্তরে জমে তাহারাই ডাইক, বাহারা খাড়া ভাবে সর্পির্ন পথে জমাট বাঁধে তাহারাই শিলা। শিলা, কাদা নদীবাহিত হইয়া চর ও ব-দ্বীপের সৃষ্টি করে।



ভূ-ত্বক বা শিলামণ্ডল ৪০ মাইল পুরু—সকলেব উপরের অংশ গ্র্যানাইটময়। পরবর্তী ১৫ মাইল ব্যাস্ট গঠিত। ভূ-ত্বকের আপেক্ষিক গুরুত্ব ২.৬। পরবর্তী ৭৫০ মাইল প্রস্তবময়, ইহাব আপেক্ষিক গুরুত্ব ৩.৫, তৎপরবর্তী ১২০০ মাইল অজ্জাইড ও সালফাইডময়—আপেক্ষিক গুরুত্ব ৫ হইতে ৬। সর্বসমেত ১২৫০ মাইল ত্বকমণ্ডল। কেন্দ্রের চতুর্দিকে ২০০০ মাইল নিকেল ও লৌহ গঠিত, কেন্দ্রমণ্ডল সর্বাপেক্ষা ভারী, আপেক্ষিক গুরুত্ব ৮।

দ্বিতীয় প্রশ্নমালা

১। ভূ-ত্বক কিরূপে সৃষ্টি হইল (কঃ বিঃ ১৯৪০)? ইহার উপাদান কি কি? ইহার বেধ ও আপেক্ষিক গুরুত্ব কত? কেন ইহাব নাম শিলামণ্ডল হইল বল। (How the earth's crust was formed? What are its constituents? What are its thickness and specific gravity? Why is it called lithosphere?)

২। আগ্নেয়, পলল ও পরিবর্তিত শিলা কাকে বলে উদাহরণ দ্বারা বুঝাইয়া দাও। (Explain with example what are called igneous, sedimentary and metamorphic rocks)

৩। জৈব শিলা, গ্র্যানাইট, ব্যাসাল্ট, ডাইক, শিল, বলিতে কি বুঝ লিখ। (What do you understand by organic rock, granite, basalt, dyke and sill ?)

৪। পৃথিবীর অভ্যন্তর ভাগের অবস্থা সম্বন্ধে যাহা জান বিস্তারিত ভাবে লিখ। (Write in detail what you know about the interior of the earth)

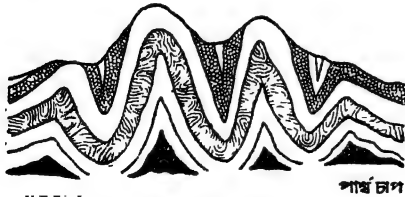
৫। নিম্নলিখিতগুলি সম্বন্ধে যাহা জান লিখ :—গুরুমণ্ডল ও কেন্দ্রমণ্ডল। (Write what you know of the following – Barysphere and centro-sphere)

— — —

তৃতীয় পরিচ্ছেদ

ভূ-চাক্ষুৰ্য

পূৰ্বে ভূ-ত্বকেব পৰিবৰ্তন সম্বন্ধে কিছু কিছু বলা হইয়াছে। এইবাব ভূ-চাক্ষুৰ্য্যেব জন্তু আলোডন বা তজ্জনিত পৃথিবীব বহিৰ্গঠন কৰূপে পৰিবৰ্তিত হয় দেখা যাউক। যখন পৃথিবী শীতল হইয়া সঙ্কুচিত হইতে লাগিল তখন ভূ-ত্বকে চাপ লাগিল। ফলে কোন স্থান উচু হইয়া উঠিল কোন স্থান নিচু হইয়া গেল। এই উচু নিচু হইবাব একটা দৃষ্টান্ত ধৰা যাইতে পাবে। এক গোছা পাতলা কাগজ উপৰ উপৰ সাজাইয়া বাখিয়া তাহাব উপৰ কোন ভাবী জিনিষ বাখিয়া দুই দিক হইতে চাপ দিলে দেখা যায় দুই পাশেব চাপেৰ মধ্যবৰ্তী স্থানটুকুৰ কোথাও উচু কোথাও নিচু হইয়া গিয়াছে।

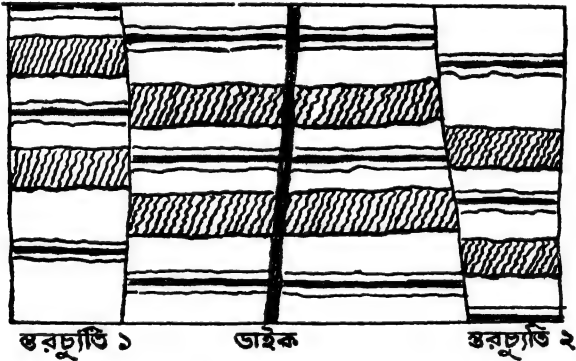
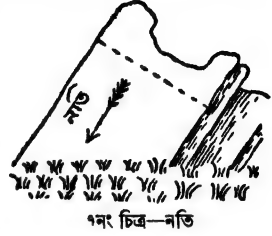


৬নং চিত্র—ভূ-ত্বকে ভাঁজ

সমষ্টিকে ভাঁজ (Fold) বলা হয়। ভাঁজেব মধ্যে কোথাও কোথাও ঠাপ থাকিয়া যাওয়াও স্বাভাবিক। কখনও কখনও এই চাপ হেতু ভূ-ত্বকেব

চিত্র দেখিলে বুঝিতে পারিবে, যে স্থান উচু হইল সেটি পাহাড় বা পৰ্বত হইল, যেস্থান নামিয়া গেল সেখানে হ্রদ, সমুদ্র আবার কোথাও বা উপত্যকা, অধিত্যকা ইত্যাদি সৃষ্টি কৰিল। সঙ্কোচন হেতু পৃথিবীব ঐরূপ কয়েকটি উন্নত বা অবনত স্থানেব

শিলাগুলি ঝাঁকিয়া **নতি** (Tilted) হইয়া যায়। চিত্রে একটি শিলার নতি দেখান হইল। পূর্বে তোমরা কাহাকে ডাইক বা শিল বলে জানিয়াছ। এই ডাইক বা শিল উৎপন্ন হইলে উতাদেব দুই পার্শ্ববর্তী ভূ-স্তবেব মধ্যে আঁট থাকে না, স্ফযোগ পাইলে অতি সহজেই এক পার্শ্বেব নয় অপব পার্শ্বেব স্তব উঠিয়া বা নামিয়া যায়, ইহাকে **স্তবচ্যুতি** (Fault) বলা হয়। সকল সময়ই যে শিল বা ডাইকের জগাই স্তবচ্যুতি হয়



৮নং চিত্র—স্তবচ্যুতি

এমন নহে। শিল বা ডাইক না থাকিলেও স্তবচ্যুতি হইতে পারে। চিত্রে একটি স্তবেব চ্যুতি দেখান হইল।

ভূস্তবেব এক অংশেব তিনটি ডাইকেব জগা উহাব পবিণতি দেখান হইল। বামদিকেব স্তবটি মধ্যব স্বাভাবিক স্তব হইতে উঠিয়া গিয়াছে এবং ডানদিকেব স্তবগুলি নামিয়া গিয়াছে, কিন্তু মধ্যস্থলে একটি ডাইক থাকা স্বত্বেও স্তবচ্যুতি হয় নাই, দুই পার্শ্বেব স্তবগুলি সমান সমান বিগলিত বহিয়াছে।

যখন স্বাভাবিক স্তব হইতে একটি স্তব চ্যুত হইয়া নিচে নামিয়া যায় তখন স্বাভাবিক চ্যুতি (চিত্রে ২) এবং যখন উঠিয়া যায় তখন বিপরীত চ্যুতি (চিত্রে ১) ঘটে।

পর্বত গাত্রে যদি শিথিল শিলাস্তব কিংবা পর্বতের ঢালের দিকে ঢালু হইয়া শিলাস্তব থাকে তবে তাহা পৃথিবীর আকর্ষণের জগ্ন খসিয়া



৯নং চিত্র—ভূমিপাত

পড়িবার সম্ভাবনা থাকে। বিশেষত যখন বৃষ্টিপাত হইয়া উহাব মধ্যে জল প্রবেশ করিতে পায় তখন খসিয়া পড়া আবও সহজ হইয়া যায়। এইরূপ শিলা খসিয়া যাওয়াকে **ভূমিপাত** বা **ধস** (Landslide) বলা হয়। হিমালয়ে প্রায়ই এরূপ ভূমিপাত হইয়া থাকে। একই বকমে ঝবক বা তুষার খসিয়া পড়াকে **বরফনাশা** (Avalanche) বলে।

ভূমিকম্প :—কোন কারণে ভূ-ত্বকে কম্পন হইলেই ভূমিকম্প হয়। আমবা অনেক সময় বোঝাই লরী অথবা বেল গাড়ী চলিয়া যাইবার সময় যুত ভূকম্পন অনুভব করি। কিন্তু নৈসর্গিক কারণে যে ভূমিকম্প হয় তাহাব প্রভাব যেমন বহুদূর প্রসারী হয় তেমনই তাহাব ধ্বংস শক্তিও

অসমী—মানবেৰ ধাৰণাৰ অতীত। এই যে সে দিন উত্তৰ বিহাৰ ও
কোষেটায় পৰ পৰ
দুইটি ভীষণ ভূমিকম্প
হইয়া গেল, ইহাৰ ফলে
যে মানবেৰ ক্ষতি
হইয়াছে তাহা মানুহেৰ
দ্বাৰা এত অল্প সময়ে
কখনও সংঘটিত হইতে
পাবে না। মানুহ
প্ৰকৃতিৰ এ তাণ্ডব-
লীলা দেখিযা আপনাব
স্বল্প শক্তি যে কত
অকিঞ্চিৎকৰ তাহা
বুঝিয়াছে।



•নং চিত্ৰ—ভূমিকম্পৰ ফলে ফাটল

পূৰ্বে নাটক্যেৰ ধাৰণা ছিল কেবলমাত্ৰ আগ্নেয়গিৰিৰ লাভা উদ্গীৰণেৰ
ফলেই ভূমিকম্প হইয়া থাকে। কিন্তু প্ৰকৃতপক্ষে বহুবিধ নৈসৰ্গিক
কাৰণেই ভূ-চাঞ্চল্য উপস্থিত হয় এবং ভূ-চাঞ্চল্যেৰ ফলে ভূমিকম্প হইতে
পাবে। বড় বড় ভূমিকম্প গুলিৰ প্ৰধান কাৰণ স্তৰচ্যুতি বলিয়া ভূতত্ত্ববিদ্-
গণেৰ অভিমত।

ভূ-কম্পন লেখন যন্ত্ৰ (Seismograph) সাহায্যে একস্থানে ভূমিকম্প
হইলে পৃথিবীৰ বিপৰীত দিকে আট হাজাৰ মাইল পৰ্যন্ত ভূমিকম্পেৰ তৰঙ্গেৰ
গতি পথ, প্ৰকৃতি প্ৰভৃতি নিৰ্ণয় কৰা যায়। আপাত দৃষ্টিতে দেখিলে মনে
হয় ইতস্তত বিক্ষিপ্তভাবে ভূমিকম্প হইয়া থাকে। কিন্তু এই যন্ত্ৰ সাহায্যে
পৰীক্ষা কৰিয়া জানা গিয়াছে পৃথিবীৰ উপৰ ভূমিকম্প হইবাব একটি
নিৰ্দিষ্ট সীমা আছে—তাহা পৃথিবীৰ চাৰিদিক ঘেৰিয়া একটি বটিবন্ধেৰ মত

বহিষ্কারে। তাহাকে **প্রকম্পন কটিবন্ধ** (Seismic belt) বলা হয়। অতএব এই প্রকম্পন কটিবন্ধেব মধ্যে যে সকল দেশ পড়ে তথায় ভূমিকম্প অধিক হয়। জাপান এবং বিহার ও কোয়েটা একপ কটিবন্ধেব উপব অবস্থিত।

জলে ঢিল ছুঁড়িলে যেমন জলের উপব একটি ক্ষুদ্র স্থান হইতে তবল উৎপন্ন হইয়া জলতলেব চাবিদিকে ছড়াইয়া পড়ে—ভূমিকম্পও সেইকপ একটি ক্ষুদ্র স্থান হইতে উৎপন্ন হইয়া চতুর্দিকে ছড়াইয়া পড়ে। যে স্থান হইতে উৎপন্ন হয় তাহাকে **নাভী** (Focus) বলা হয়। পৃথিবীব অভ্যন্তর এখনও তবল আছে—তবে জলের মত তবল নাও হইতে পারে। এই তবল পদার্থেব অংশ-বিশেষ অবিকতব উষ্ণ হইয়া উঠিলে ভ্ৰাণ্ণনা উপস্থিত হইতে পারে। ফলে ভূ-ত্বক ফাটিয়া ভূমিকম্পেব সৃষ্টি কবিতে পারে।

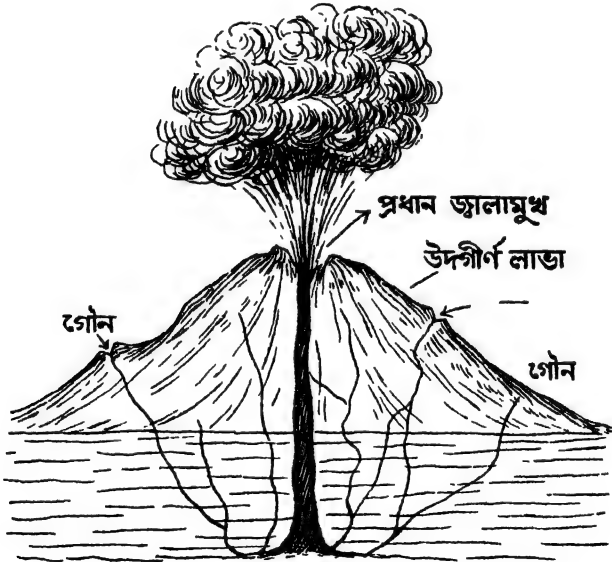
ভূমিকম্পেব ফলে অনেক স্থান উচু নিচু হয়—নাটি নাটিয়া যায় এবং সেই ফাটল হইতে শীতল ও উষ্ণ জল অথবা বাষ্প উথিত হয়। কোথাও বা গন্ধক ও গলিত ধাতু নিঃসৃত হয়। বিহাবেব ভূমিকম্পেব ফলে এইকপ বহু দীর্ঘ ফাটল উৎপন্ন হইয়াছিল, বালি নিঃসৃত হওয়ায় বহু জমি যে বালি ঢাপা পড়িয়া উর্বরতা হারাইয়া চাষেব অতুপযুক্ত হইয়া পড়িয়া আছে—তাহাব ইয়ত্তা নাই।

পৃথিবীব কেন্দ্র ও ভূমিকম্পেব নাভীকে সর্বদা দেখা দ্বাৰা যোগ কৰিয়া ঐ বেথাকে বৰ্ণিত কবিলে ভূপৃষ্ঠে যেখানে আসিয়া পৌছায় তাহাকে **উপকেন্দ্র** (Epicentre) বলে। তাই বলিয়া নাভী বা উপকেন্দ্রকে একটি ক্ষুদ্র বিন্দু বলিয়া মনে কবিও না। অনেক সময় একটি দীর্ঘ বেথাও ভূমিকম্পেব নাভী হইতে পারে। বিহাবেব ভূমিকম্পেব নাভী ছিল কাটামুণ্ড হইতে জামালপুর পর্যন্ত দীর্ঘ।

আগ্নেয়গিরি—নাম শুনিয়া কেহ মনে কবিও না আগ্নেয়গিৰি হইতে অগ্নি উদ্গীৰ্ণ হয়। ইহাব দ্বাৰা ভগৰ্ভস্থ দাহ্য বাষ্প, জল, জলীয় বাষ্প, গলিত ধাতু, শিলা বা লাতা, ধূম, ধূলিকণা, বালি, পাথর বণা প্রভৃতি নির্গত হয়। অনেক সময় দাহ্য

বাপ্গুণি বাহিবে আসিয়া জলিয়া উঠে। সকল সময়ে যে আগ্নেয়গিবিগুলি পাহাড় বা পর্বতের আকার ধারণ করিবে তাহা মনে করিও না। সমতল ভূপৃষ্ঠেও লাভা উদ্গীর্ণ হয়, তবে ঐ সকল লাভা বাহিবে আসিয়া চতুর্দিকে জমিয়া পাহাড়ের আকার ধারণ করে। যে স্থান দিয়া লাভা প্রভৃতি নির্গত হয় তাহাকে আগ্নেয় গিবিব **আলামুখ** (Crater) বলে। অনেক আগ্নেয়গিবিব একাধিক মুখ দেখা যায়, একটি প্রধান ও বড়, অপবগুলি ক্ষুদ্রতর।

কতকগুলি আগ্নেয়গিবি হইতে কেবল মাত্র লাভা উদ্গীর্ণ হয়, তাহাবা



১১নং চিত্র—আগ্নেয়গিবি

শান্ত প্রকৃতির আগ্নেয়গিবি, ইহা হইতে মানুষের ক্ষতি হয় না। কিন্তু কতকগুলি হইতে কেবল বাষ্প বাহিৰ হয় এবং সেগুলি বিস্ফোৰক ও মাতুষের

অনিষ্টকব। এই প্রকাৰ আগ্নেয়গিৰি হইতে শিলাচূৰ্ণ, ধূলা, বালি নিৰ্গত হইয়া উপৰে ছড়াইয়া পড়ে। শুণ্ডাৰ ক্ৰাকাটোষা এই জাতীয় আগ্নেয়গিৰি।

কোন কোন আগ্নেয়গিৰি কিছুকাল **সুপ্ত** (Dormant) থাকিয়া পুনৰায় **সক্ৰিয়** (Active) হইয়া উঠে—তাহাদিগকে সৰ্ববাম আগ্নেয়গিৰি বলে। শিশিলি দ্বীপেৰ 'এটুনা' এই জাতীয়, যে গুলি হইতে নিৰ্যত উদগীৰণ হয় তাহাদিগকে অৰিবাম বলা হয়। ষ্ট্ৰম্বলা একটা অৰিবাম আগ্নেয়গিৰি। কতকগুলি আবাব এতদিন নিষ্ক্ৰিয় অবস্থায় থাকে যে তাহাদিগকে **নিৰ্বাপিত** (Extinct) আগ্নেয়গিৰি বলা চলে। পৃথিবীতে একপ মৃত আগ্নেয়গিৰি অনেক আছে। কিন্তু একথা কেহই বলিতে পাবেন না, আগ্নেয়গিৰি যত দিনেৰ জগুই নিৰ্বাপিত থাকুক না কেন একদিন তাহা আবাব সক্ৰিয় হইবে না। বৰ্ত্তমান নিৰ্বাপিত থাকিযাও কোন কোন আগ্নেয়গিৰিৰ উদগীৰণ হওয়া আদৌ বিচিত্র নহে।

ভূ-ত্বকেব ঠিক নিচে নবম বাস-ট শিলা জাতীয় উপাদান আছে। ভূ-ত্বকে এমন বড় বড় ফাটল দেখা যায় যে ভূপৃষ্ঠ হইতে তাহাবা পৃথিবীৰ অভ্যন্তৰে ঐ শিলা পৰ্যন্ত পৌছিযাছে। পার্শ্ববৰ্তী শিলাৰ চাপে হউক বা স্থান বিশেষে লাভা উত্তপ্ত হইবাব জগুই হউক ইহাবা জোৰে ভগত হইতে বাহিৰে ছুটিয়া আসে। ইহাই আগ্নেয়গিৰিৰ উদগীৰণ। ১১নং চিত্ৰে দেখিতে পাইবে প্ৰধান জালামুখ হইতে লাভা উদগীৰণ হইতেছে বটে কিন্তু আবও কয়েকটি অপ্ৰধান জালামুখ বহিযাছে। জালামুখগুলি বাটিব মত। যে প্ৰধান ফাটল হইতে লাভা নিৰ্গত হয় তাহাব পাদদেশে একটা বিশাল গহবৰে লাভা সঞ্চিত থাকে, তাহাকে **ভূ-বীৰ্য প্ৰকোষ্ঠ** (Magma chamber) বলা হয়। এই প্ৰকোষ্ঠ হইতে আবও ছোট বড় ফাটল আঁকিয়া ঠাকিয়া গেলে জালামুখ দিয়া বাহিব হয়, কতকগুলি আবাব ইহাব গহবৰেই শেষ হইয়া যায়।

এখানে ওখানে বিক্ষিপ্তভাবে এক একটা আগ্নেয়গিৰি আছে বলিয়া মনে হয়। কিন্তু প্ৰকৃত পক্ষে পৰ্বতমালাৰ গ্ৰায় ইহাবাও শ্ৰেণীবদ্ধ ভাবে আছে। আফ্ৰিকাৰ

পূৰ্ব ভাগ দিয়া মানাগাঙ্গাব ও কিউলিয়ান প্ৰভৃতি দ্বীপ পৰ্যন্ত একাটি আগ্নেয়গিৰি শ্ৰেণী আছে। পশ্চিম দ্বীপপুঞ্জ (West Indies) হইতে আৰম্ভ কৰিয়া ভূগম্যসাগৰ, এশিয়া মাইনৰ প্ৰভৃতিৰ মধ্য দিয়া স্ফাত্ৰা, জাভা দ্বীপপুঞ্জ এবং প্ৰশান্ত মহাসাগৰেৰ হাউট দ্বীপপুঞ্জ পৰ্যন্ত আৰু একাটি আগ্নেয় গিৰি শ্ৰেণী অবস্থিত। একুপ আৰু ছোট পাট আগ্নেয় গিৰি শ্ৰেণী পৃথিবীতে অনেক আছে।

ভূমিকম্পেৰ তুলনায় আগ্নেয়গিৰিৰ, মানুহেৰ ক্ষতি কৰিবাব অধিক ক্ষমতা নাই। আগ্নেয়গিৰিৰ প্ৰভাব অল্প স্থানেৰ মধ্যোৰ্ণ সীমাবদ্ধ থাকে এবং তাহাব এক নিৰ্দিষ্ট সীমা আছে। কিন্তু ভূমিকম্পেৰ তাণ্ডব নৰ্তন কোথায় কি ভাবে কখন কনসলীল। আৰম্ভ কৰিবে কেতই বলিতে পাবে না এবং এই ধ্বংসক্ৰিয়া হয়ত অনন্ত প্ৰসাৰিত হইতে পাবে।

সংক্ষেপ—পৃথিবীপৃষ্ঠেৰ সন্ধানচেনেৰ ফলে ভূত্বকে ভাঁজ, নতি ও ফাটল হইয়া থাকে—ভাঁজেৰ মধ্যোৰ্ণ কাঁপা স্থান থাকেও সম্ভব। ডাঠক বা শিলেৰ দুই পাৰ্শ্বেবুশিলা পবম্পৰ দৃঢ় সংবদ্ধ না হওযাব স্থাবাগ পাইনে সন্নিয়া বাইতে পাবে, তাহাকে স্তবচুটি বলা হয়। কেবলমাত্ৰ শিল বা ডাইকেব জন্তই যে স্তবচুটি হয় এমন নহে। পৰ্য্যন্ত চাণু দিয়া ইহাৰ অংশবিশেষ খলিত হওযাব নাম ভূমিপাত, এইকপ বন্ধ পড়িলে বৰফ নামা বলে। স্তবচুটি, আগ্নেয় গিৰিৰ উল্লীৰণ প্ৰভৃতি বহুবিধ নৈসৰ্গিক কাৰণে ভূমিকম্প হয়। একাটি নিৰ্দিষ্ট স্থান (নাভী) হইতে উৎপন্ন হইয়া ইহা চতুৰ্দ্দিকে ছড়াইয়া পড়ে। পৃথিবীৰ কেন্দ্ৰ ও ভূমিকম্পেৰ নাভী যে রেণায় আছে তাহা পৃথিবীপৃষ্ঠেৰেথানে আনিয়াছে তাহা ভূমিকম্পেৰ উপকেন্দ্ৰ। ভূকম্পলেখন বহু সাহায্যে দেখা গিয়াছে পৃথিবীপৃষ্ঠে প্ৰকম্পন কটিবন্ধে যে সকল দেশ পড়ে সেখানেই ভূমিকম্প বেগী হইবাব সম্ভাবনা।

ভূগম্বৰস্থ নৱম ব্যাস্-ট শিলা জাতীয় উপাদানেৰ স্তব হইতে একাটি ফাটল দিয়া বাম্প, গলিত শিলা, ধূলা প্ৰভৃতিৰ উল্লীৰণকে আগ্নেয়গিৰিৰ উল্লীৰণ বলা হয়। ভূপৃষ্ঠেৰ যে স্থান দিয়া লাভা নিৰ্গত হয় তাহাকে জ্বালামুখ বলে, ইহা বাটিৰ মত হইয়া থাকে। প্ৰধান ও গৌণ জ্বালামুখ ভূবীৰ্ণ প্ৰকোঠেৰ সহিত সংযুক্ত থাকে, যেগুলি দিয়া কেবলমাত্ৰ লাভা নিৰ্গত হয় তাহাবা শান্ত এবং যেগুলি দিয়া বাম্প বাহিৰ হয় তাহাৰা বিস্ফোৰক। কতকগুলি স্থল ধাৰিষা মাঝে মাঝে সক্ৰিয় হয়, তাহাদিগকে সৰিবাৰ, যেগুলি হইতে নিৰন্ত উল্লীৰণ হয় সেগুলিকে অবিবাম এবং যেগুলি হইতে উল্লীৰণ হইতে দেখা যায় না তাহাদিগকে নিৰ্বাপিত আগ্নেয়গিৰি বলা হয়।

কিন্তু নির্বাচিত আগ্নেয়গিরি হইতেও যে সময়ে উদ্গীৰণ হয় না এমন নহে। আগ্নেয়গিরিগুলিও শ্রেণীবদ্ধ ভাবে আছে।

তৃতীয় প্রশ্নমালা

১। ভাঁজ, নতি, স্তব্ধতা, ভূমিগত, বরষপড়া প্রভৃতি কাহাকে বলে ও কেন হয় বুঝাইয়া দাও। (Explain with reason why the following occur—fold, tilt, landslide and avalanche)

২। ভূমিকম্পের কারণ কি? প্রধানত কি কি কারণে ভূমিকম্প হয়? (What are the causes of Earthquake? What are the principal causes?) (কঃ বিঃ ১৯৪০)

৩। ভূমিকম্পের নভী ও উপকেন্দ্র কাহাকে বলে? প্রবল্পন কটীবদ্ধ ভূবীষ প্রবোদ ও আলোমুখ কাহাকে বলে? (What are the following —Centre and Epicentre of earthquakes, Seismic belt, magma chamber and crater?)

৪। কেন এবং কিরূপে আগ্নেয়গিরির উদ্গীৰণ হয় লিখ? (Why and how do volcanic eruption takes place?)

৫। স্তব্ধ, সক্রিয় ও নির্বাচিত আগ্নেয় গিরি বলিতে কি বুঝায়? (What are called the dormant, active and extinct volcanoes?)

৬। ভূমিকম্প এবং আগ্নেয় গিরি মানুষের কিরূপ ক্ষতি করিতে পারে বিস্তারিত ভাবে লিখ। (Write in detail how earth-quake brings mischief to the human beings)



চতুৰ্থ পৰিচ্ছেদ

মাটি

পৃথিবী পৃষ্ঠে সূক্ষ্ম শিলাচৰ্ণেৰে যে অগভীৰ আবৰণ তাহাই মাটি। প্ৰধানত এই মাটিতেই গাছ পোলা জন্মিষা থাকে। কিছু মাটি লহঁয়া পৰীক্ষা কৰিলে ইহাব বিভিন্ন উপাদানগুলিৰ পৰিচয় পাওঁয়া যাইবে।

কিছু মাটি গুঁড়া কৰিষা লহঁলে প্ৰথমেই দেখা যায় ইহাব মন্থে অপেক্ষাকৃত বড় বড় কতকগুলি শক্ত দানা আছে, তাহাদিগকে হাতে কৰিষা বাছিয়া পৃথক কৰা যায়। ইহাবা ভীষণ শক্ত, সহজে ইহাদিগকে ভাঙা যায় না। কতকগুলি ইহাপেক্ষাও ক্ষুদ্ৰতৰ দানা আছে, চালুনি দিয়া ছাকিষা তাহাদিগকে পৃথক কৰা যায়। ইহাদিগকে **কাঁকৰ** (Gravel) বলে। ইহাদেব অপেক্ষা সূক্ষ্মতৰ পদাৰ্থ গুলিকে ভাল গুলিষা স্থিৰ হইতে দিলে দেখা যায় জলেব বং ঘোলাটে থাকিলেও তদনুসৰে বালুক। বণা জমিমা চিকমিক কৰিতে থাকে। জৈব পদাৰ্থ ও কাদা দ্ৰব হইয়া জলৈব বং ঘোলাটে কৰিষা দেখ। ক্ৰিষ্টাব কাগজ ঐ জল ছাকিষা লহঁলে সি টাব কাগজে কাদা ও জৈব পদাৰ্থ পড়িষা থাকে। এই ছাকা জল ফুটাইষা বাষ্পীভূত কৰিলে পাত্ৰেব তলাষ চুন ও লবণজাতীয় পদাৰ্থ পাওঁয়া যায়। তন্মধ্যে পটাসিয়াম ঘটিত লবণেব ভাগই অত্যধিক। তাহা হইলে মাটি মোটামুটি (১) কাঁকৰ, (২) বালি, (৩) কাদা, (৪) জৈব পদাৰ্থ ও (৫) চুন ও পটাসিয়ামেব লবণজাতীয় পদাৰ্থেব সমন্বয়ে প্ৰস্তুত কৰিষা বুঝিতে পাৰি। উদ্ভিদ ও জীৱজন্তুৰ দেহ বিশ্লিষ্ট হইষা মাটিকে জৈব পদাৰ্থগুলি সবববাহ কৰিষা থাকে, তাহা তোমৰা পূৰ্বে কিছু বুঝিষাছ এবং পৰে বিশেষৰূপে জানিতে পাৰিবে। উদ্ভিদেব দেহ কপাস্তবিত হইষা ভূগৰ্ভে কয়লাব স্তৰ গঠন কৰে তাহা তোমৰা পৰে জানিতে পাৰিবে। এতদ্ভিন্ন মাটিতে অসংখ্য জীৱাণুও থাকে। তাহাবা বাসায়নিক ক্ৰিয়া দ্বৰা মাটিব উৰ্বৰতা সম্পাদন কৰে, শিলাগুলি বোদ বৃষ্টি

প্রভৃতিব দ্বাৰা ক্ষয়প্রাপ্ত ও কপাস্তবিত হইয়া থাকে। বায়ু, জলপ্রবাহ, ভূমিপাত, হিমবাহ, আগ্নেয়গিৰিব উদ্গীৰণ, ভূমিকম্প প্রভৃতি নানাপ্রকাৰ নৈসৰ্গিক কাণ্ড দ্বাৰা ইহা স্থানান্তৰিত হইয়া নানা স্থানে যুক্তিবাব স্তব কৰিয়া অবস্থিত থাকে।

পৰীক্ষা কৰিলে লক্ষ্য কৰা যায় ক্ৰমে বড় শিলাগুলি ক্ষয়প্রাপ্ত হইয়া ক্ষুদ্র হইতে ক্ষুদ্রতৰ হইয়া বালি, ধূলি ও মাটিকপে ভূস্তব গঠন কৰিয়াছে।



১২ নং চিত্র—পাথৰ হইতে মাটি

পাহাড়ে দেশে কপ খনন কৰিলে মাটিব অল্প নিচেই পচা পাথৰ এবং তাহাব নিচে বঠিন বৃহত্তৰ পাথৰ পাওয়া যায়। কিন্তু বাংলা দেশেব দক্ষিণাংশেব অধিকাংশ

মাটিই নদীৰ স্রোতে পলি পড়িয়া চৰভূমি সৃষ্টি কৰিবাব হ্রায বহুকাল ধৰিয়া সঞ্চিত হইয়াছে। তাই এদেশে বৰদব খনন কৰিলেও পাথৰ পাওয়া যায় না। মাটিতে সব সমবেই কিছু না কিছু পৰিমাণ জল থাকেই। মাটি হিসাবে কাহাতেও অত্যধিক জল থাকে কাহাতেও বা কম জল থাকে। ক্ৰমাগত শুকাইলে কিংবা চুল্লীতে পোড়াইলে দেখা যায় মাটি ক্ৰমশ হালকা হইতেছে। তাহাব কাৰণ আব কিছুই নহে—একপে উত্তপ্ত কৰিলে ইহাব জলীয় ভাগ বাষ্পীভূত হইয়া উৰিয়া যায়।

ক্ৰমশ ক্ষয় হেতু কোন এক স্থানেব শিলাব উপৰ তাহাবই বিচ্ছিন্ন অংশ মাটিকপে সঞ্চিত থাকিলে মাটি ও পাথৰেব উপাদান একই প্রকাৰেব পদার্থ হয়, একপ মাটিকে **আবাসিক মাটি** (Residual soil) বলা হয়। কিন্তু নৈসৰ্গিক কাৰণে অপৰ স্থানেব মাটি অত্র স্থানে সঞ্চিত হইলে তন্নিবৰ্তী শিলাব উপাদান-গুলিব সহিত উক্ত মাটিব উপাদানেব পার্থক্য দেখা যায়। একপ মাটিকে **চালিত মাটি** (Transported soil) বলা হয়।

নৌকাঘোষণে ভ্রমণে বাহিব হইলে দেখা যায় যেস্থানে নদীৰ পাড সত্তা ভাঙ্গিয়া গিয়াছে, সেখানে কত বিভিন্ন বকমেব মাটির স্তব যেন একটিব উপব একটি সাজান বহিয়াছে। কোনটিব বং শাদা, কোনটি কাল, কোনটি লাল, কোনটি বা হলুদে কিংবা আবও বত বকমেব, এ সকল বিভিন্ন স্তব হইতে মাটি সংগ্রহ কবিলে দেখিতে পাওয়া যায় ইহাবা উপবিতলেব অর্থাৎ নদীৰ চবেব মাটি হইতে ভিন্ন প্রকাবেব। ইহাদেব মধ্যে কোনটি অধিক বালুকাময়, কোনটি অল্প বালুকাময় এবং এমন স্তবও দেখা যায় যাহা কেবল বালুকা ছাড়া আব কিছু নয়। আমাদেব বাডী তৈয়াব কবিবাব জ্ঞান যে বালিব দবকাব হয় তাহা একপ মুক্তিকাৰ স্তব ছাড়া আব কিছু নয়।

বেলেমাটি (Sandy soil)—যে মাটিতে অধিক বালি থাকে তাহাকে বেলে মাটি বলে। ইহাতে সাধাবণত পাচ হইতে ১০ ভাগ মাত্র কাদা বাকি সমস্ত বালি। বেলে মাটিতে জল ঢালিলে অল্পক্ষণেব মধ্যে সে জল গুটিয়া লয় এবং ইহাতে জল দিলে মাটি তত আটাৰ মত চট্টেচটে হয় না। তনু ইহাব উপব পলি পড়িলে সবিয়া, তিল, তবমুজ, কুটি, পটল, খবমুজা প্রভৃতি ববি ফসল বেশ জন্মাইয়া থাকে।

এঁটেল বা কাদা মাটি (Clay soil)—ইহাব শতকরা ৫০ হইতে ৮০ ভাগ কাদা, ১ হইতে ১০ ভাগ চুন ও জৈব পদার্থ, বাকি অংশ বালি। ভিজ্ঞা অবস্থায় ইহা চট্টেচটে আটাৰ মত—গুকাইলে শক্ত হইয়া ফাটিয়া যায়। এঁটেল মাটি দিয়া জল এবং বায়ু সহজে চলাচল কবিতে পাবে না বলিয়া ইহা গাছেব পক্ষে বিশেষ উপযোগী নয়। কিন্তু যে সকল গাছেব জল বেশী দবকাব সেই সকল গাছেব পক্ষে এই মাটি ভাল। জলময় থাকিল ইহাতে প্রচুব ধান ও যব জন্ম। ইহাতে চুন ছিটাইয়া ইহাকে অল্প চাষেব উপযোগী কবিয়া লওয়া হয়।

দো-অংশ মাটি (Loamy soil)—উপযুক্ত দুই প্রকাব মাটির মাঝামাঝি, দো-অংশ মাটিতে শতকরা ৩০ হইতে ৫০ ভাগ কাদা ১০ ভাগ চুন জাতীয় ও জৈব পদার্থ এবং অবশিষ্টাংশ বালিকণা।

ধান এবং যব ছাড়া প্রায় সকল গাছের পক্ষে দো-জাঁশ মাটিই সর্বোৎকৃষ্ট, কাবণ ইহাতে জল ঢালিলে ছিদ্র পথ দিয়া ছড়াইয়া পড়ে, শিকড় দিয়া গাছ তাহাই শুষিয়া লয়। ইহাব কণাব ফাঁকে ফাঁকে বায়ু থাকে তাহাও উদ্ভিদ সহজে গ্রহণ করিতে পায়।

চুনে মাটি (Calcareous soil)—ইহাতে প্রচুর পরিমাণে ক্যালসিয়াম কার্বনেট বিজ্ঞান থাকাই ইহা খুব উর্বর। চুন সকল বকম মাটিতেই অল্প বিস্তৃত থাকে। এই মাটির চুনের সাহায্যে পাচিত উদ্ভিদ দেহ পরিবর্তিত হইয়া সোবা ও সোবাব ন্যায় সব উৎপন্ন করে। ইহাতেও প্রায় সকল বকম ফসল হইতে পারে। সিম, মটর ও মটর জাতীয় গাছের পক্ষে ইহা সবিশেষ উপযোগী।

পিট মাটি (Peat soil)—ইহাতে প্রচুর পরিমাণে জৈব পদার্থ থাকে। ইহাতে চা ভিন্ন অল্প কিছুই চাষ ভাল হয় না।

বাংলা দেশে প্রথমোক্ত তিন প্রকার মাটিই অধিক।

গলিত উদ্ভিদ দেহ মাটির বিশেষ প্রয়োজনীয় অংশ—ইহা যে মাটিতে নাই তাহা সম্পূর্ণ অনুর্বর। ইহা সহজে জল শোষণ করিয়া দেহদ্বারা সঞ্চিত করিয়া রাখিতে পারে। তাই যে সব মাটিতে গলিত উদ্ভিদ থাকে তাহাব উপর অধিক দিন বৃষ্টি না হইলেও গাছ পাল। সতেজ থাকিতে পারে।

মাটির সহিত উদ্ভিদের সম্পর্ক—উদ্ভিদ থাকে বতকায়ণ মাটি হইতে এবং বতকায়ণ বায়ু মণ্ডল হইতে সংগ্রহ করে। মাটি হইতে মূল দ্বারা উদ্ভিদগণ বস ও লবণ জাতীয় পদার্থগ্রহণ করিয়া কলবব পুষ্ট করে। অতএব মাটির উপাদান ভেদে সেখানকার গাছ পালার প্রকৃতিও ভিন্ন হইতে পারে। মাটির ভিতর উপযুক্ত পরিমাণ খাদ্য পাঠিলে গাছ যেমন সতেজ হয়, থাকেব অভাব হইলে তাহাবা তেমনই ক্রমে নিঃশুষ্ক হইয়া মরিয়া যায়। তাই অল্প পরিমাণ মাটিতে বড় গাছ ঝাচিতে পারে না বা ছোট গাছও অধিক দিন ঝাচে না। অতএব গাছের পক্ষে উপযুক্ত প্রকার মাটি উপযুক্ত পরিমাণে থাকা চাই। মাটি উদ্ভিদের খাদ্যভাণ্ডারের বৃহত্তর অংশ।

মানুষ হইতে আবস্ত কবিয়া কীট পতঙ্গাদি অতি ক্ষুদ্র ইতব প্রাণিগণও প্রত্যক্ষ বা পৰোক্ষভাবে বৃক্ষনতাব উপব নিৰ্ভব কবিয়া জীবন ধাবণ কবে। বৃক্ষনতা জীবগণেব আহাব, বাসস্থান, বোগে ঔষধ ও পথ্য দিয়া আসিতেছে। এই বৃক্ষনতা মাটিতেই জন্মায। বিভিন্ন মাটিতে বিভিন্ন প্রকাব গাছ জন্মায। যে বকম মাটিতে গম ভাল হয়, সে বকম মাটিতে আলু, পটল ভাল না হইতে পাবে। এইজন্ত দেখা যায় এক এক দেশে এক এক প্রকাব ফসল অধিক পৰিমাণে জন্মে। আবাব অনেক ফসল আদৌ জন্মে না। সাধাবণত লোণা জাযগায় নাবিকেল গাছ জন্মায, এজন্ত সমুদ্র তাঁববতী কিংবা লোণা জাযগায় প্রচুব পৰিমাণে নাবিকেল জন্মে, কিন্তু পাহাড়িমা দেশে নাবিকেল আদৌ জন্মে না। সেখানে নাবিকেল গাছ লাগাইলে বাঁচিবে না, বাঁচিলে ভাল ফল দিবে না। তেমনই পাহাড়িমা দেশে যত সহজে একটা শাল গাছ জন্মিয়া সতেজ হইয। উসে, আমাদেব দেশে তত সহজে জন্মায না।

মাটিব পাৰ্থক্য চাষেব প্ৰণালীও বিভিন্ন হইযা থাকে। লাঙ্গল দিয়া মাটিবে চৰিয়া ওলট পালট কবিয়া লওয়া হয়, কোদাল দিয়া গভীৰতব কবিয়া এই কাম সম্পাদন কবা হয়। মট দিয়া মাটি গুঁড়া ও সমতল কবা হয়। কোন কোন মাটিতে আগুন বাখিলে আগ্না হইযা উদ্ভিদ বিশেষেব উপযোগী হয়, এইজন্ত হোমনবা অনেকে ফাল্গুন মাসে বাঁশ বনে আগুন লাগাইতে দেখিযাছ। মাটিতে বোলাব (Roller) দিয়া বখন বখনও ঘন বৰিতে হয়। কিন্তু সকল ব্যবস্থাগুলি সময় মত অবস্থা বুঝিয়া উদ্ভিদ বিশেষেব জন্ত কৰিতে হয়। নতুবা ইহা হইতে উপকাব না হইযা অপকাবও হইতে পাবে। ভিজা এটেল মাটিতে লাঙ্গল কবিলে মাটি আগ্না না হইযা বসিয়াই যাইবে।

মাটিব প্ৰধান গুণ ইহা আগুনে পুড়ে না এবং ইহাব প্ৰধান উপাদান ঐ অদাহ্য সঙ্কৰণ, জল ও বায়ু। প্ৰত্যেক সঙ্কৰণাব চাৰিদিকে একটি কবিয়া জল ও বায়ুৰ আববণ থাকে। শিকড় দিয়া গাছ, মাটি হইতে ঐ জল ও বায়ু গ্ৰহণ কবে। মাটি শক্ত হইযা গেলে তাহাব মধ্যে বায়ু চলাচলেব স্তবিধা নষ্ট

হইয়া যায় বলিয়া জমি কৰ্ষণ কৰিতে হয়, গাছেৰ গোড়াৰ মাটি কোপাইয়া আলগা কৰিয়া দিতে হয়। মাটিতে অল্প পরিমাণে সহজদাহ জৈব পদার্থ বর্তমান থাকে। মাটির অদাহ সূক্ষ্মকণাগুলি আবাব প্রধানত কাদা, বালি ও চুন জাতীয় পদার্থ প্রভৃতিতে বিভক্ত। ইহাদের আনুপাতিক পরিমাণেৰ উপৰ মাটির পার্থক্য নির্ভব কবে। মাটিতে জৈব পদার্থ মিশ্রিত হইলে মাটির উৎপাদনী শক্তি বাড়িয়া যায়। এইজন্য শিং গুঁড়ো, খইল, গোবৰ প্রভৃতি পদার্থ সাব হিসাবে জমিতে ছড়াইয়া দেওবা হয়। তাহা ছাড়া মৃত জীবজন্তব দেহ, উদ্ভিদেব দেহ গলিত হইয়া প্রতিনিয়তই মাটিতে মিশ্রিত হইতেছে।

সংক্ষেপ ৫:—ভূ-পৃষ্ঠে সূক্ষ্ম শিলাচূৰ্ণেব আবৰণ মাটি। ইহাব উপাদান কাঁকৰ, বালি, কাদা, জৈব পদার্থ, চুন ও পটাসিয়ামযুক্ত লবণ জাতীয় পদার্থ। বড় বড় শিলা ক্রমে ক্রম প্রাপ্ত হইয়া সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম স্তরে সজ্জিত হইয়া মাটির স্তরে পরিণত হইয়াছে। স্থানীয় পাথৰ ক্ষয়প্রাপ্ত হইয়া যে মুগ্ধিকা সঞ্চিত হয় তাহা আবাসিক মাটি এবং চালিত হইয়া আসিলে তাহাকে চালিত মাটি বলা হয়। উপাদান হিসাবে মাটি বিভিন্ন নামে কথিত হয়; যথা বেলেমাটি, এঁটেল মাটি দোআশ মাটি, চুন মাটি ও পিট মাটি। এক এক প্রকাৰ মাটি এক এক প্রকাৰ উদ্ভিদেব পক্ষে উপকাৰী। যে মাটিতে ধান, যব ইত্যাদি হয় সে মাটিতে আলু, পটল, কুমড়া ইত্যাদি ভাল না হইতে পাৰে। মাটিতে উপযুক্ত পরিমাণ বিভিন্ন সার দিবা মাটির গুণ পৰিবৰ্তিত কৰিয়া উদ্ভিদ বিশেষেব উপযোগী কৰিয়া লইতে পাৰা যায়। মাটি উদ্ভিদেব গাছ ভাঙাৰেব বৃহত্তৰ অংশ। চাষেৰ জন্ত মাটির বিভিন্ন প্রকাৰ পাট বৰিষা লইতে হয়, তবেই ইহা উপযুক্ত পরিমাণ দসল দেয়।

১। মাটি কিৰূপে উৎপন্ন হইয়াছে লিখ—ইহাৰ প্রধান উপাদান কয়টিব নাম কয় এবং কিৰূপে তাহাদেব অস্তিত্ব প্রমাণ কৰা যায় লিখ। (Write how the soil has been formed What are its chief constituents and how their presence can be proved ?)

২। কয় প্রকারের মাটি আমাদের দেশে সাধারণত দেখিতে পাওয়া যায় এবং তাহাদের সুবিধা ও অসুবিধা কি বল। (How many kinds of soil are found in our country and what are their advantages and disadvantages ?)

৩। আবাসিক ও চালিত মাটি কাহাকে বলে? বেলে মাটি ও কাদামাটির পার্থক্য কি লিখ। (What are the differences between residual soil and transported soil? Write the differences of sandy and clay soil.)

৪। কোন মাটি বৃক্ষ লতার পক্ষে ভাল এবং কেন? (Which kind of soil is suitable for plants and why?)

পঞ্চম পরিচ্ছেদ

কয়লা ও খনিজ তৈল

মানব সভ্যতার মূলে যে সকল দ্রব্য অতীব প্রয়োজনীয় তন্মধ্যে কয়লা প্রবানতম বলিলেও অত্যুক্তি হয় না। প্রত্যক্ষভাবে কয়লা পুড়িয়া এন্ধিন চালায়, কোল গ্যাস উৎপন্ন করিয়া সহবেব পথে আলো জালায়, বিজ্ঞান পরীক্ষাগারে বার্নার (Burner) এবং গৃহ উন্নান জালাইয়া থাকে। পবেশ্ব ভাবে ইহা হইতে পিচ, আলকাতরা এমন কি বং, ঔষধ, স্নগন্ধি দ্রব্যাদি কয়লা হইতে প্রস্তুত হয়। কয়লা পুড়াইয়া পাথব হইতে বাতু নিষ্কাশিত করা হয়।

যবে কাঠ পুড়াইয়া কাঠ কয়লা পাওয়া যায়, কিন্তু পাথবে কয়লাব সহিত কাঠ কয়লাব বতকগুলি সামঞ্জস্য থাকিলেও পাথক্যে কিছু দেখা যায়। আবাব পাথবে কয়লাও কয়েক প্রকারেব আছে। ইন্নায়ে বেলেব, ষ্টীমাবেব বা অগ্ন্যাত্ত কল কাবখানাব এন্ধিনে যে কয়লা পোড়ান হয় তাহাকে **ষ্টীম কয়লা** (Steam coal), উনানে পোড়াইবার জন্ত যে কয়লা ব্যবহার করা হয় তাহাকে **কোক** কয়লা (Coke) বলে, **অ্যান্থ্রাসাইট** (Anthracite) নামক কয়লা সবাংরুষ্ট। জলিবাব সময় ইহা হইতে ধোঁয়া হয় না বলিলেই চলে।

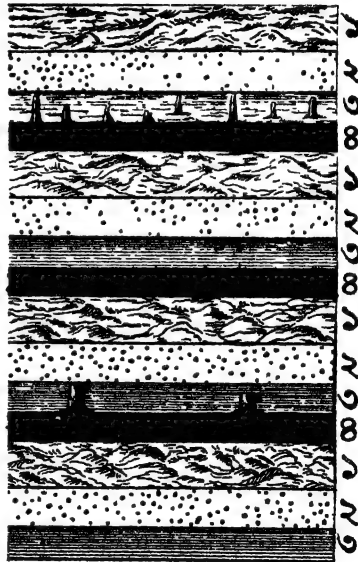
সকল প্রকার কয়লাব প্রবানতম উপাদান অন্ধাব এতদ্ভিন্ন হাইড্রোজেন অন্ধিজেনও ইহাতে বতমান থাকে—বখনও মৌলিক ভাবে আবাব কখনও একটি অপবেব সহিত যৌগিক পদার্থ করিয়া। এই তিনটি মূল পদার্থেব পরিমাণেব পার্থক্য অনুসাবে কয়লাব শ্রেণী বিভাগ হইয়াছে।

কাঠ কয়লা পাথবে কয়লা অপেক্ষা বত লঘু, দুইটি পাশাপাশি রাখিয়া দেখিলে পাথবে কয়লাকে পাথবেব গ্রাষ মনে হয়। ইহাতে বিভিন্ন স্তব সজ্জিত থাকায় ইহাকে পলল শিলাব অন্তর্ভুক্ত করা হয়। তোমবা গুনিয়া আশ্চর্য হইবে, কাঠ কয়লা যেমন কাঠ হইতে উৎপন্ন হইয়াছে, পাথবে কয়লাও তেমনই কাঠ

হইতে উৎপন্ন হইয়াছে। তবে কাঠ কয়লা অল্প সময়ে পুড়িয়াছে এবং ইহাব অধিকতর উপাদানগুলি অল্প পদার্থের সহিত মিশিয়া গিয়াছে, কিন্তু পাথুরে কয়লা বহুকাল ধবিয়া দক্ষ হইয়াছে এবং এখনও ইহাব উপাদানের অনেকাংশ অল্প পদার্থের সহিত সংযুক্ত হইতে বাকি আছে' বলিয়া ইহা এখনও কাঠ কয়লা অপেক্ষা ভারী।

তোমাদের মধ্যে যাহা বা কয়লা খনি দেখিয়াছ তাহা বা নিশ্চয় লক্ষ্য করিয়াছ ভূগর্ভের প্রথম হইতে আবস্ত করিয়া শেষ পর্যন্ত অবস্থিত কয়লাব স্তর নাই। এক একটি কয়লাব স্তর হাজার হাজার ফুট পুরু হইলেও কয়লা স্তরের মাঝে মাটি, বালক, প্রস্তর ও শিলা মাটিও স্তরে স্তরে সাজান আছে। চিত্র দুইটি কয়লাব স্তরব উপরে ও নিচে অল্পাংশ যে স্তর আছে সেই স্তরগুলি ১, ২, ৩ ইত্যাদি সংখ্যা দ্বারা দেখান হইল। পৃথক ক্রমে ইহা বা কেমন সজ্জিত থাকে তাহাও দেখ।

এক একটি খনি ছয় সাত হাজার ফুট গভীরও হইয়া থাকে। কয়লা উত্তোলনকালে ইহাব উপর উদ্ভিদেব জীবাত্ম এবং কয়লাব কিয়দংশ অবিকৃত কাঠ-



১৩নং চিত্র—মাটি, বালুকাস্তর, শিলা ও কয়লা

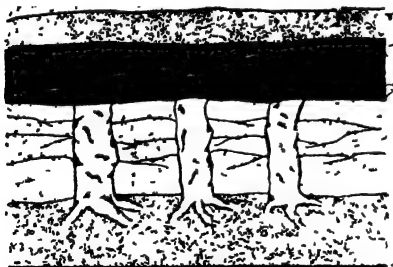
পও প্রভৃতি লক্ষ্য করিয়া বৈজ্ঞানিকগণ কয়লাব জন্ম সম্বন্ধে একটি ধারণা করিয়া লইয়াছেন। তাঁহা বা বলেন পৃথিবীতে মানব সৃষ্টি হইবার পূর্বে ইহাতে কেবল

মাত্র উদ্ভিদ জন্মাইত। সূর্যোত্তাপে তাহা বা বর্ধিত হইত কিন্তু কোন কাজে ব্যয়িত হইত না। ক্রমে পৃথিবীর বহু স্থান জুড়িয়া এই উদ্ভিদ জন্মাইতে থাকে।



১৪নং চিত্র—পত্রাক্রান্ত জীবাবস্থা

অবশেষে হাজার হাজার কি লক্ষ লক্ষ বৎসর পবে পৃথিবীতে মনুষ্য সৃষ্টির বহু পবে, তাহা বা এই অশেষ কল্যাণকর অফুবন্ত শক্তির উৎস কয়লাব সন্ধান কবিয়া



১৫নং চিত্র—গাছের শূঁড়ির জীবাবস্থা

তখন পৃথিবীর সর্বত্র জলাভূমি ছিল এবং বায়ুতে জলীয় বাষ্প এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড অধিক পরিমাণে ছিল—ইহাতে সহজে গাছ পালা বর্ধিত হইত। উদ্ভিদ গুলি প্রধানত ফার্ণ জাতীয় ছিল। ১০ মানুষ সে যুগেব নাম দিয়াছে

কালক্রমে ভূ-চাক্ষুশ্য হেতু উদ্ভিদগুলি স্তবে স্তবে অগ্ন্যাগ্নি পলল শিলার গ্ৰায সঞ্চিত হয়। পুনরায হযত ইহাব উপব জল মাটি ইত্যাদিব স্তব পড়িয়া যায়। আবাব সেই স্তবে উদ্ভিদ জন্মায়। এইরূপে ইহাবা ভূগর্ভে সঞ্চিত হইয়া চাপে প্রস্তুতীভূত হইয়া যায়। ভূ-গর্ভেব তাপে উহাবা ক্রমে দগ্ধ হইয়া কাল হইতে আবস্ত কবে। ভূগর্ভে অক্সিজেনেব আধিক্য না থাকায় এই দহন কার্য অতি মৃদু ভাবে চলিতে থাকে।

কত অমানুষিক কার্যই না ইহাব দ্বাবা কবিয়া লইতেছেন। বৈজ্ঞানিক-গণ বলেন, যে যুগে মানুষেব এই প্রযোজনীয় পদার্থ ভূগর্ভে সঞ্চিত হইতে আবস্ত হয়, তখন পৃথিবীতে কেবল মাত্র উদ্ভিদেব বাজত্ব ছিল।

অন্ধার যুগ (Carboniferous age) , কিন্তু সে যে কতকাল পূর্বে তাহা ধাবণাব অতীত। বাণীগঞ্জ ও আসানসোল বাংলা দেশের কয়লাব কেন্দ্র। বিহাবে কবিয়া অঞ্চল কয়লার খনিব জন্ম বিখ্যাত। পাঞ্জাব, আসাম এবং মধ্য-প্রদেশেও কয়লাব খনি আছে।

খনিজ-তৈল

অনেক স্থলে খনিজ তৈলেব ছাড়া কয়লাব কাজ চালান হয়। ছোট ছোট ঈমাব, মোটর গাড়ী, এবোম্পন প্রভৃতিব ইঞ্জিনে কয়লাব পবিবর্তে খনিজ-তৈল ব্যবহাষ কবা হয়।

তৈল সাধাবণত তিন প্রকাবের (১) জৈব, যথা :—কড মাছেব তৈল (২) উদ্ভিজ্জ, যথা :—সবিষা, নাবিকেল, বেডি প্রভৃতিব তৈল এবং (৩) খনিজ, যথা :—পেট্রোল, কেবোসিন, ইঞ্জিনেব তৈল ইত্যাদি। অল্পসঙ্কান কবিলে বুঝিতে পাবিব খনিজ তৈলও প্রধানত উদ্ভিজ্জ এবং জৈব তৈল , তবে ইহাদিগকে মাটিব ভিতব হইতে পাওয়া যায় বলিয়া খনিজ তৈল বলা হয়। মাটিব ভিতবে কিরূপে তৈল সঞ্চিত হয় দেখা যাউক।

বিশ্লেষণ কবিয়া দেখা গিয়াছে খনিজ তৈলেব সহিত যে দাছ বাষ্প নির্গত হয় তাহা খনিজ তৈলেব ন্যায়ই অন্ধাব এবং হাইড্রোজেন ঘটিত যৌগিক পদার্থ। পূর্বে ত্রামবা জানিয়াছ আগ্নেয়গিবিব উদগীরণেব সময় ঐকপ সহজ দাছ বাষ্প ভূগর্ভ হইতে নির্গত হইয়াই আপন। আপনি জলিয়া উঠে। যেখানে ঐকপ সহজ দাছ বাষ্প নির্গত হয়, কল্পনা কবা যাইতে পাবে—তাহাব নিকটে কোথাও হয়ত খনিজ তৈল সঞ্চিত আছে।

খনিজ তৈলেব উপাদান এবং কয়লাব উপাদান গুলি প্রায় একরূপ হওয়াব অনেকে মনে কবেন—কয়লা যেমন উদ্ভিদ দেহেব আংশিক দহনেব পবিণাম, খনিজ তৈলও সেইরূপ ভিন্ন প্রক্রিয়ায় আংশিক দহন উদ্ভিদ দেহেব পবিণাম। ভূগতস্থ তাপ এবং চাপেব পরিমাণেব বিভিন্নতাই ইহাব কারণ , অবস্থা বিশেষে কোথাও কয়লা কোথাও বা খনিজ তৈলরূপে সঞ্চিত হইয়া আছে।

সমুদ্রতীর প্রাণিত হইবার পবে যখন জল নামিয়া যায় তখন স্থানে স্থানে গর্তের মধ্যে মাছ ও অন্যান্য সামুদ্রিক জীব আটকাইয়া পড়ে। এই সামুদ্রিকজীব-পূর্ণ গর্তগুলি যখন ভূ-চাক্ষু্য হেতু বসিয়া যায় তখন উহাব উপরে শিলাস্তর জন্মিতে থাকে। প্রাণিগুলির দেহে তৈলাক্ত পদার্থ বর্তমান এবং তাহা হইতে একপ্রকার জীবাণু (Bacteria) জন্মে। ভূগর্ভস্থ তাপ এবং চাপের দ্বারা এই ব্যাকটিব্রিয়ার বাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে উক্ত জীবদেহ হইতে তৈলাক্ত পদার্থ গুলি খনিজ তৈলে পবিণত হয়। এইজন্য ইহাকে সমুদ্রোপকূলে উৎপন্ন পলল শিলাব অন্তর্নিহিত হইয়া থাকিতে দেখা যায়।



১৬নং চিত্র—তৈলের খনি

খনি হইতে তৈল দুই প্রকারে উত্তোলন করা যায়। ভূগর্ভে যে স্থানে এই খনিজ তৈল সঞ্চিত হয় সেই স্থান বালুকাপ্রস্তম্বময় এবং উহাব উপরে ও নিচে অপ্রবেশ (Impervious) শিলা থাকিলেই সেখান হইতে তৈল উত্তোলন করা সম্ভব হয়।

যখন তৈল শিলারাশি হইতে পৃথক হইয়া পুঙ্খপূর্ব্ব ভ্রমণের দ্বারা একস্থানে

সঞ্চিত থাকে তখন ভূপৃষ্ঠ হইতে সেই স্থান পর্যন্ত একটি ছিদ্র করিয়া দিলে চাপে তৈল আপনা আপনি খনি হইতে একেবারে ভূ-পৃষ্ঠে প্রস্রবণের দ্বারা বাহির হইয়া আসে। ক্রমে চাপ কমিয়া গেলে পাম্প কবিয়া তৈল টানিয়া লইতে হয়। এরূপ ক্ষেত্রে যেখানে তৈল সঞ্চিত থাকে সেখানে তিনটি স্তর প্রায়ই দেখা যায়। তিনটি স্তরে যথাক্রমে জল, তৈল এবং দাহ্য বাষ্প পব পব সঞ্চিত থাকে। সর্বনিম্নে জল, তাহাব পর তৈল এবং সর্বোপরি দাহ্য বাষ্প থাকে। ভূগর্ভ হইতে বিভিন্ন স্তর পর্যন্ত নল প্রোথিত কবিয়া পাম্প দ্বারা তিনটি পদার্থই বাহির করা যায়।

অনেক সময় তৈল এইরূপে সঞ্চিত হইয়া থাকে না। পৃথিবীর অভ্যন্তরস্থ প্লেট জাতীয় শিলাব মধ্যে নিসিক্ত থাকে। তখন ঐ শিলা ভাঙ্গিয়া কোন একটি দৃঢ় পাত্রে প্রথব উদ্ভাপ প্রয়োগ কবিলে ঐ তৈল নির্গত হয়। খনি হইতে যে বাষ্প বাহিব কবিয়া লওয়া হয় তাহা, জ্বালাইবাব জন্ত ব্যবহৃত হয়। খনিজ তৈল পাতিত কবিয়া উঠাকে বিভিন্ন অংশে বিভক্ত কবা হয় এবং তাহার বিভিন্ন কার্যে লাগিয়া থাকে। অল্প উত্তাপেই যে তৈল পাতিত হইয়া আসে তাহা পেট্রোল। ইহাব স্ফুটনাক ৭০° হইতে ১২০° ডিগ্রী মধ্য। পেট্রোল প্রধানত মোটর ইঞ্জিন চালাইবাব জন্ত, গবম কাপড কাচিবাব জন্ত (Dry Washing) এবং ববাব প্রস্তুত কবিবাব জন্ত ব্যবহৃত হয়। পেট্রোলেব পবেই কেবোসিন—ইহাব স্ফুটনাক ১৫০° হইতে ৩০০° ডিগ্রী। কেবোসিনেব আলো পাডা গাঁঘে প্রত্যেক গৃহেই ব্যবহৃত হয়। ইহাতে কলকাবখানাব এঞ্জিন চালিত হয়, পুকুবে ছড়াইয়া ইহাব দ্বারা মশাব ডিম নষ্ট কবা হয়। ৬০০ ডিগ্রী বেষী স্ফুটনাক বিশিষ্ট অংশেব নাম এঞ্জিন তৈল (Engine oil)।

এঞ্জিন তৈল হইতে আবাব ভ্যাসেলিন (Vaseline) পাওয়া যায়। খনিজ তৈল হইতে মোম পাওয়া যায়। মোমেব বাতি জ্বালাইয়া আমবা আলো পাই।

ব্রহ্মদেশ, আসাম এবং পাঞ্জাব তৈল খনিব জন্ত বিখ্যাত, আমেবিকাব যুক্ত প্রদেশে অত্যধিক পশ্চিমাণে খনিজ তৈল পাওয়া যায়।

সংক্ষেপ :—কয়লা মানুষের নানাবিধ কাজে সহায়তা করে। বলিতে গেলে ইহা সর্বপ্রকার শক্তির উৎস। পৃথিবীর জন্মের বহুযুগ পরে ইহার বহু স্থানে অনেক উদ্ভিদ জন্মাইয়াছিল। কালক্রমে ভূ-চাক্ষুণ্য বশত ঐ সকল উদ্ভিদ মাটি চাপা পড়িয়া পৃথিবীর তাপে ও চাপে আংশিক ভাবে দক্ষ হইয়া কয়লাব রূপ ধারণ করিয়াছে। কয়লার মধ্যে অবিকৃত কাঠ এবং উদ্ভিদের জীবাগ্ন উপযুক্ত বারণাব সহায়ক। কয়লাব উপাদান ও প্রকৃতিগত পাথক্য হিসাবে ইহাবা বিভিন্ন শ্রেণীতে বিভক্ত। পাথুরে কয়লা পলল শিলা জাতীয়, ভূগর্ভে স্তবে স্তবে সঞ্চিত থাকে। এক একটি স্তব হাজার হাজার ফুট পুরু। ইহাদেব মধ্যে বালুকা, প্রস্তর, মাটি ও শিলামাটির স্তবও পধ্যাক্রমে সঞ্চিত থাকে। কয়লা পোড়াইয়া কোলগ্যাস, পিচ, আলকাতরা, রং এবং নানাপ্রকার ঔষধ ও সুগন্ধি দ্রব্য পাওয়া যায়। আসানসোল, বাগীচগঞ্জ কবিয়া, পাঞ্জাব প্রভৃতি স্থানে কয়লার খনি আছে।

কয়লাব দ্বাৰা খনিজ তৈলও বহুবিধ জ্বালানি কাজে ও এঞ্জিন চালানিবাব কাজে লাগে। উদ্ভিদ এবং জৈব পদার্থ হইতে ইহা উৎপন্ন হইয়াছে। ভূ চাক্ষুণ্য হেতু সামুদ্রিক প্রাণী এবং উদ্ভিদ মাটি চাপা পড়িয়া কালক্রমে ভূগর্ভেব চাপ ও তাপ তৈলময় পদার্থে পরিণত হয়। ঐ তৈল বালুকাপ্রস্তরের সহিত নিসিক্ত থাকে। ইহাব উপরে ও নিচে অপ্রবেশ্য শিলাস্তর থাকে। চূষাটীয়া তৈল যখন একটি স্তবে সঞ্চিত হয় নরৈ দিয়া তখন উহাকে বাহিব কবিয়া লওয়া হয়। কখনও কখনও তৈলময় শিলাগুলিকে অত্যধিক উত্তপ্ত কবিয়াও তৈল বাহিব করা হয়। ক্রুটনাক প্রভেদে ঐ তৈল পেট্রোল, কেবাসিন এবং এঞ্জিন তৈল নামে অভিহিত হইয়া থাকে এবং বিভিন্ন কাজে লাগে। এঞ্জিন তৈল হইতে ডায়েসেলিন এবং খনিজ তৈল হইতে মাম পাওয়া যায়। ব্রহ্মদেশ, আসাম এবং পাঞ্জাব তৈলেব খনি আছে।

পঞ্চম প্রশ্নমালা

১। কয়লা কিরূপে ভূ-গর্ভে সঞ্চিত হইয়াছে এবং উহা কি কি কাজে লাগে বিস্তৃত ভাবে লিখ। অথবা প্রশ্নাব কব কয়লা উদ্ভিদ হইতে উৎপন্ন পলল শিলা জাতীয় পদার্থ। (Write how the coal was formed and state its use. Or Prove, coal is a kind of sedimentary rock.)

২। জন্ম হইতে আবিস্কৃত কবিয়া মানুষেব কাজে লাগা পর্যন্ত কয়লাব জীবনোত্তহাস লিখ।

(Write down the history of formation of coal upto its uses)

৩। খনিজ তৈলেব উৎপত্তি কিরূপে হইল? কিরূপে ইহাদিগকে খনি হইতে তোলা হয় এবং ইহার কি কাজে লাগে বিস্তৃত ভাবে লিখ। (Write in detail how mineral oils are formed, how they are drawn out and their uses)

উদ্ভিদ-বিজ্ঞান

প্রথম পরিচ্ছেদ

উদ্ভিদেব শ্রেণীবিভাগ

দেহেব আকৃতি ও প্রকৃতিগত পাথক্য অনুসাবে জীবগণ কত বিভিন্ন শ্রেণীতে বিভক্ত। মান্নুষেব দেহেব আকৃতি ও প্রকৃতি, সিংহ ব্যাঘ্ৰেব আকৃতি ও প্রকৃতি ইহাতে কত ভিন্ন, অথচ মান্নুষেব প্রাণী, সিংহ ব্যাঘ্ৰাদি পশুগণও প্রাণী। আবাদ মশা, মাছি, পিঙ্গলিকা প্রভৃতি কীট পতঙ্গও প্রাণী। ইহাদেব সহিত মান্নুষেব তুলনা কৰিতে গেলে কত পাথক্য পৰিলক্ষিত হয়। তথাপি প্রাণী হিসাবে মান্নুষেব সঙ্গে ইহাদেব অনেক সাদৃশ্যও আছে।

এইরূপ সাদৃশ্য এবং পাথক্য উদ্ভিদ জগতেও বিদ্যমান। একটি বিশালকাষ বট বৃক্ষেব সহিত ছব। ঘাসেব তুলনা কৰিতে গেলে মনে হয় না যে ইহারা এক জাতীয় জীব,—উদ্ভিদ। একটি নিদিষ্ট জাতীয় উদ্ভিদেব সকল গুলিব আকাৰ সমান নয়, ইহাদেব পাতা সমান আকাৰ বা আয়তনেব নয়, সকল গুলিব ফল এক বকম আকাৰেব নয়। ধান, আম, ছব, শেওলা, ফনি মনসা, ব্যাঘ্ৰেব ছাতা প্রভৃতি উদ্ভিদেব মৰ্যে যে পার্থক্য তাহা কেবল মাত্র আমাদিগকে সৃষ্টি বহুশ্ৰেব বৈচিত্র্য বৃদ্ধিবাব সুযোগ দিয়া থাকে।

এই সকল বিভিন্ন প্রকাৰ উদ্ভিদেব সহিত পৰিচিত হইতে হইলে ইহাদেব শ্রেণী বিভাগ প্রয়োজন। জগতের সকল প্রকাৰ উদ্ভিদেব সহিত পৰিচিত হওয়া মান্নুষেব একটি জীবনে ঘটিয়া উঠা সম্ভব নয়, অথচ মান্নুষ নানা কাৰণে সৰাপেক্ষা বেশী নির্ভব কৰে উদ্ভিদেব উপব। উদ্ভিদ তাহাদেব আহাৰ্য যোগায়, বোগে ঔষধ ও পথ্য যোগায় এবং আহাব ও ঐ সকল ঔষধপথ্য প্রস্তুত কৰিবাব নিশ্চিত নিজে দক্ষ হইয়া উত্তাপরূপ শক্তি যোগায়। এইরূপে

মানুষের জীবনে কখন কোন্ উদ্ভিদের প্রয়োজন হইবে কে বলিতে পারে ? তাই অজানা উদ্ভিদের আকৃতি ও প্রকৃতিগত পার্থক্য অনুসারে তাহাদের বংশ পবিচয় সম্বন্ধে আমাদের কিছু জ্ঞান থাকা উচিত ।

তোমরা গুনিয়া আশ্চর্য হইবে পুরুবেব ঘাটে যে শেওলা জন্মে, পাচা খড়ের উপর যে ব্যাঙের ছাতা জন্মে, এমন কি গাছের গায়ে যে ছাতা পড়ে অথবা কয়েকদিনের ভিজা জুতায কিংবা অল্প দ্রব্যে যে ভাবনা পড়ে তাহাবাও উদ্ভিদ । এখন আম, জাম, কাঁটাল প্রভৃতি গাছের সহিত তুলনা কবিতো গেলে ইহাদিগকে উদ্ভিদ বলিয়া বিশ্বাস কবিতো প্রবৃত্তি হয় না, অথচ প্রকৃতই ইহাবা উদ্ভিদ । কিন্তু আম, জাম, কাঁটাল প্রভৃতি গাছ যেমন বীজ হইতে জন্মায় ইহারা সেকণ বীজ হইতে জন্মায় না । যে সমস্ত উদ্ভিদ বীজ হইতে



১নং চিত্র—পাইন গাছ

জন্মায় তাহাদিগকে **বীজজ** (Phanerogams) এবং যাহারা বীজ হইতে জন্মায় না তাহাদিগকে **অবীজজ** (Cryptogams) বলে । বীজজ উদ্ভিদের ফুল হয় কিন্তু অবীজজের ফুল হয় না । বীজজের মধ্যে আবাব কতকগুলি উদ্ভিদের বীজ ফলের মধ্যে লুকান থাকে, ইহাদিগকে **আবৃত্ত বীজ** (Angiosperm) বলা হয় । আবাব পাইন প্রভৃতি এমন কতকগুলি উদ্ভিদ আছে যাহাদের ফল হয় না, কেবলমাত্র নগ্ন বীজ হয়, তাহাদিগকে **নগ্নবীজ** (Gymnosperm) উদ্ভিদ বলিয়া থাকি । ফলবান উদ্ভিদের, বীজের মধ্যে অনেক পার্থক্য দেখা যায় । ধান, গম প্রভৃতি উদ্ভিদের বীজের একটি কবিশা দানা বা বীজপত্র থাকে । আবাব ছোলা, মটর, তৈতুল, আম, জাম প্রভৃতির বীজে দুইটি করিয়া বীজপত্র থাকে । যাহাদের বীজে মাত্র একটি করিয়া বীজপত্র থাকে তাহাদিগকে **একবীজপত্রী** (Monocotyledonous) এবং যাহাদের বীজে দুইটি করিয়া বীজপত্র থাকে তাহাদিগকে **দ্বিবীজপত্রী** (Dicotyledonous) বলা হয় ।

অবীজজ উদ্ভিদের সকলগুলিও দেহের পবিপূর্ণতা লাভ হয় নাই—
এইজন্য ইহারা নীচ জাতীয় উদ্ভিদ। শেওলা, ছাতা
প্রভৃতি জাতীয় উদ্ভিদের দেহের বিভিন্ন অংশ
নির্ধারিত কবিতো পাবা যায় না—ইহাদের মূল,
কাণ্ড বা পত্র কিছুই বিশেষরূপে স্থানিষ্টি নহে, এই-
জন্য ইহাদিগকে সমাজ দেহীবর্গ (Thallo-
phyta) বলা হয়। এমন কতকগুলি অবীজজ
উদ্ভিদ আছে যাহাদের কাণ্ড ও পত্র থাকে—



২নং চিত্র—ব্যাঙের ছাতা



৩নং চিত্র—মস ও ধান

অথচ মূল থাকে না, তাহাদিগকে মসবর্গ
(Bryophyta) বলা হয়। অনেক সময়
মসবর্গের কাহারও কাহারও আবাব
এ দুইটি অঙ্গ বিশেষ পরিপুষ্টতা লাভ
কবে না। অবীজজ উদ্ভিদের মধ্যে
যাহাদের কাণ্ড, পত্র ও মূল বিশেষরূপে
পবিফুট তাহাদিগকে ফার্ন বর্গের
(Pteridophyta) মধ্যে ফেলা হয়।

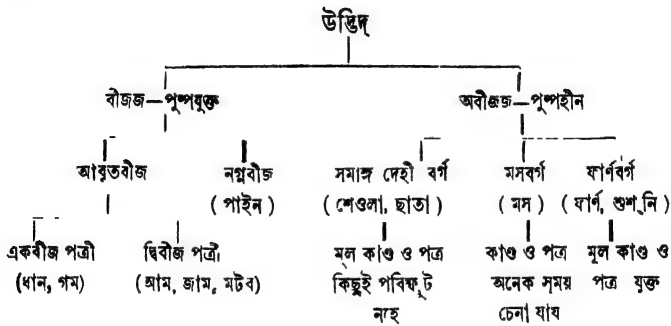
দেহের গঠন, আয়ু, ফল প্রসবের

নিয়ম, মূল, কাণ্ড, পাতা, ফুল ও ফলের ধর্ম

এবং সাধারণ জীবন যাত্রার পদ্ধতি অনুসারে উদ্ভিদদিগকে আরও কয়েকটি বিশিষ্ট
শ্রেণীতে বিভক্ত করা যাইতে পারে। তন্মধ্যে বৃক্ষ, লতা, বীক্ষপ, গুল্ম, পবজীবী
পবাশ্রয়ী, মাংসাসী, মৃতজীবী ও জলজ প্রধান। ইহাদের কয়েকটির বৈশিষ্ট্য সম্বন্ধে
ইহাদের দেহাংশের বর্ণনা প্রসঙ্গে পরবর্তী পরিচ্ছেদ কয়েকটিতে বলা হইবে।

সংক্ষেপ :- বহু প্রকারের উদ্ভিদ আছে। জুতার যে ছাতা পড়ে তাহাও যেমন
এক প্রকার উদ্ভিদ, ব্যাঙের ছাতা, শেওলা, ছুর্বা, আম এবং জাম প্রভৃতির গাছ তেমন উদ্ভিদ।
এই উদ্ভিদের মধ্যে বহু পার্থক্য ও সাদৃশ্য লক্ষিত হয়। ইহাদিগের সকলকে চিনিয়া বাধা

অসম্ভব। তাই শ্রেণী বিভাগ করিয়া ইহাদের যোড়ামূটি একটা পরিচয় মনে রাখা যায়। সেই হিসাবে উদ্ভিদ এক বীজ পত্রী, দ্বিবীজ পত্রী, সমান্ত দেহীবর্গ, মসবর্গ ও ফার্নবর্গভুক্ত। এতদ্বিধ বৃক্ষ, লতা বীক্ষপ, গুল্ম, গবজীবী, পবাত্রয়ী, মাংসালী, মৃতজীবী ও জলজ এই কয় শ্রেণীব আবৃতবীজ উদ্ভিদ আছে।



প্রথম প্রশ্নমালা

১। নিম্নলিখিত শ্রেণীর কয়েকটি গাছের নাম বল এবং কেন তাহাদিগকে একপ নাম দেওয়া হইয়াছে বল :—একবীজ পত্রী, দ্বিবীজ পত্রী, অবীজজ ও সমান্তদেহী বর্গ।

(Name some plants which belong to the following group stating reasons Monocotyledonous dicotyledonous, cryptogams and (Thallophyta)

২। ফল, পুষ্প ও বীজ অনুসারে গাছের যে শ্রেণীবিভাগ করা হয় তাহাব একটি তালিকা প্রস্তুত কর। (Tabulate to classify the plants which has been grouped according to their fruits, flowers and seeds)

৩। নিম্নলিখিত উদ্ভিদগুলি কোন শ্রেণীর বল :—

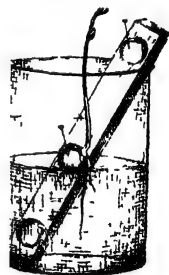
মটর, শেওলা, বেত্তেব ছাতা ও ধান। (To which group do the following belong—Pea, moss, fungus and paddy ?)

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ

অঙ্কুরোদগম

পরিমিত রস, উত্তাপ এবং বাতাস না পাইলে কোন বীজ অঙ্কুরিত হয় না, একথা হয়ত তোমরা সকলে জান। বস্তা বস্তা ধান, বস্তা বস্তা ছোলা বা অন্য কলাই, দোকানে কতদিন পড়িয়া থাকে, কিন্তু তাহা হঠাতে অঙ্কুরোদগম হয় না। আবার যদি বীজ গরম জলে ফুটাইয়া লওয়া হয় অথবা বরফ ঢাকা দেওয়া হয় তবে তাহা অঙ্কুরিত হয় না। কিন্তু ঐ সকল বীজের কাণ্ডকটি লইয়া যদি উপযুক্ত মাটিতে বপন করা হয় তবে তাহা হঠাৎ অঙ্কুরোদগম হয় এবং পরে কেমন সুন্দর স্তম্ভ হইয়া উঠে। এই চাষা হঠাতে বড় বড় গাছ, ফল ও ফল হইয়া থাকে। গাছের জীবনে পরিমিত আলোর প্রয়োজন। আলোক না পাইলে বীজ অঙ্কুরিত হয় না, কিন্তু পরে আলো না পাইলে গাছ স্তম্ভ থাকে না, এমন কি অধিক দিন আলো না পাইলে গাছ মরিয়া যায়।

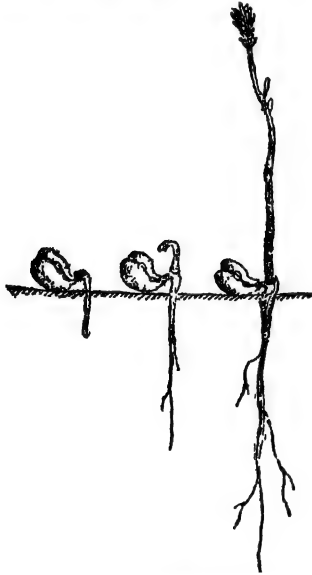
একটি কাঁচ ফলকেব ঠিক মাঝে একটি ও তই পাশে দুইটি ছোলা আলুপিন দিয়া আটকাইয়া কাঁচ ফলকটিকে একটি পাত্রের জলে এমন ভাবে ডুবাইয়া রাখ যেন একটি ছোলা সম্পূর্ণরূপে জলে ডুবিয়া থাকে, মধ্যবর্তি যেন অর্ধেক জলে এবং অর্ধেক উপরে এবং অপবর্তি সম্পূর্ণরূপে জলের উপরে থাকে। কয়েকদিন পরে দেখা যাইবে, যে ছোলাটি সম্পূর্ণরূপে জলে ডুবিয়া ছিল এবং যে ছোলাটি সম্পূর্ণরূপে জলের বাহিরে ছিল, তাহাদের অঙ্কুরোদগম হয় নাই, অথচ মধ্যবর্তি ছোলা হঠাতে অঙ্কুর বাহির হইয়া ছোলাব চাষা কেমন ধীরে ধীরে বাড়িতে থাকিবে। ইহাব কারণ আব কিছুই নহে—জলের ছোলাটি রস পাইলেও বায়ু ও উত্তাপ



৪নং চিত্র—অঙ্কুরোদগম

পায় নাই, এবং উপরেব ছোলাটি বায়ু ও উত্তাপ পাইলেও বস পায় নাই বলিয়া অঙ্কুরিত হয় নাই। কিন্তু মাঝেব ছোলাটি পবিমিত বস এবং বায়ু পাওয়ায় অঙ্কুরিত হইয়াছে। মনে বাখিও সাধাবণ জলে বায়ু মিশ্রিত থাকে। গবম করিয়া ফুটাইয়া লইলে উহা হইতে বায়ু বহির্গত হইয়া যায়। এইরূপ ফুটান জল লইয়াই উপবোক্ত পৰীক্ষাটি করা উচিত।

ছোলার বীজ হইতে গাছ জন্মাইতে হইলে ছোলা গুলিকে একদিন জলে ভিজাইয়া রাখা হয়। যখন ছোলা গুলি ফুলিয়া মোটা হইতে থাকে তখন হইতে ইহাব ভিতবে শিশু গাছেব জন্ম হয়। পবে আলুগা মাটিতে ছড়াইয়া দেওয়া হয়



৭নং চিত্র—ছোলাব অঙ্কুরোদগম

ছোলা বোশ করিয়া জল মুছিয়া লক্ষ্য করিলে দেখিতে পাওয়া যায়, ছোলার

এবং আস্তে আস্তে মাটি নাড়িয়া চাড়িয়া দেওয়া হয় যাহাতে বীজগুলি অল্প মাটি চাপা পড়ে। মধ্যে মধ্যে জল ছিটাইয়া মাটি সবস বাখা হয়। কয়েকদিন পবে মাটি ভেদ করিয়া ছোলা গাছ উপবদিকে বাড়িতে থাকে। ভিজা ছোলা হইতে আবন্ত করিয়া ছোলাব গাছ হওয়া পর্যন্ত লক্ষ্য করিলে ইহাব বিভিন্ন অবস্থাব পবিচয় পাওয়া যাইবে। ভিজা ছোলা লইয়া একটু টিপিলেই দেখা যায় ইহার মাঝামাঝি বীজাববণ ফাটিয়া যায় ও দুইটি দানা বাহিব হইয়া পড়ে। মাটিতে পুঁতিবাব পব যখন ভ্রণ ক্রমে বাড়িতে থাকে তখন এইরূপে বীজাববণ ফাটাইয়াই অঙ্কুর বহির্গত হয়। একটি ভিজা

সকল মুখেব দিকের ঠিক মাঝে একটি ক্ষুদ্র ছিদ্র বহিয়াছে। টিপিলে এইখান দিয়া বস নির্গত হয়। এই ছিদ্রটিকে **ডিম্বকনাসী** (Hilum) বলে। এইখানেই বীজপত্র দুইটি ভ্রূণের সহিত সংযুক্ত থাকে। ঠিক ইহাব উপবে একটি কাল দাগ দেখিতে পাওয়া যায়। ইহাকে **বীজরন্ধ্র** (Micropyle) বলে। সময়ক্রমে ভ্রূণ বাড়িয়া বীজাববণ ফাটাইয়া দেয় এবং ভ্রূণমূল বহির্গত হইয়া মাটির ভতবে প্রসারিত হইতে থাকে। ইহাই ছোলায় প্রধান মূল। কিন্তু বীজাববণযুক্ত বীজপত্র মাটির ভিতর আটকাইয়া পড়ে বলিয়া বক্রাকাবে এই মূল বাড়িতে থাকে। দুই তিন দিন পবে বীজাববণযুক্ত বীজপত্র মাটি হইতে উপবে উঠিয়া পড়ে। ক্রমে বীজাববণ খুলিয়া বীজপত্র ছড়াইয়া পড়ে। এই বীজপত্র জীর্ণ হইয়া খসিয়া পড়ে এবং নূতন কচি সবুজ পাতা বাহিব হয়। এই বীজপত্রই ছোলা গাছেব প্রথম খাত্ত ভাগ্যাব। বীজপত্রের বক্ষিত খাত্ত ফুৰাইয়া গেলে শুকাইয়া ঝবিয়া যায় এবং কাণ্ডের গাঁট হইতে নূতন পাতা এবং মূল দ্বাবা আহাৰ্য সংগ্রহ কবিয়া গাছটি বাড়িতে থাকে। বীজপত্র প্রথমে কত মোটা এবং ফ্যাকাসে হলে বংএব থাকে, কিন্তু যত জীর্ণ হয় তত সবুজ হইতে থাকে। অন্ত পত্রগুলি কিন্তু বীজপত্র হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন আকৃতিব এবং ভিন্ন বংএব।

ভুট্টার দানা কিন্তু ছোলাব দানা হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন। ইহাব ভিতর একটি মাত্র দানা থাকে এবং সে দানাটিও উপরেব আবরণেব সহিত দৃঢ় ভাবে সংবদ্ধ থাকে। এই এক একটি দানা বীজ নহে, এক একটি ফল। ছোলাব মত ভুট্টাব দানা জলে ভিজাইয়া বাধিবাব পব ফুলিয়া উঠিলে আলগা মাটিতে পুঁতিয়া দেওয়া হয়। ভুট্টা দানাব মুখেব শাদা অংশ হইতে ভ্রূণমূল বহির্গত হইয়া বাড়িতে থাকে, কিন্তু কিছুদিন পবে নষ্ট হইয়া যায়। পূর্ব হইতেই এই ভ্রূণমূলেব গোড়া হইতে এবং বীজ পত্রের পার্শ্ব হইতে কতকগুলি সৰু সৰু শিকড় বাহির হয়। পবে এত অধিক পরিমাণে এই শিকড় জন্মায় যে একটি গোছার মত দেখায়। এইজন্য

ভূট্টার মূল **গুচ্ছমূল** (Fibrous Root)। ধান, পিঁয়াজ প্রভৃতি একবীজ পত্রী উদ্ভিদেবও এইরূপ গুচ্ছ মূল হয়। ভূট্টাব বীজে একটি মাত্র বীজ থাকে, তাহা



৬নং চিত্র—ভূট্টার অঙ্ক

কখনও আবরণের বাহিবে আসে না

এবং ভূট্টাব দানাও কখনও ভ্রূণ কাণ্ডেব

(Shoot) বৃদ্ধির সঙ্গে মাটির বাহিবে

উঠে না। ভ্রূণমূল নিচে যাইবার পব

ভ্রূণকাণ্ড একটি আবরণে আবৃত হইয়া

উপব দিকে উঠিতে থাকে এবং পবে ঐ

আবরণ ভেদ কবিয়া বাহিবে আসে ও

সবুজ পত্রযুক্ত কাণ্ডে পরিণত হয়।

ছোলাব তায় প্রথমে ভূট্টাও ইহাব বীজপত্রস্থ খাত্ত গ্রহণ কবে। পবে বীজ পত্রের

খাত্ত ফুটাইয়া গেলে সবুজ পত্র, মূল ও আস্থানিক মূল দিয়া ইহাবা খাত্ত সংগ্রহ

কবে। ভূট্টা গাছেব গাঁটে গাঁটে মাটির উপবেও যে সকল শিকড় দেখা যায়

তাহাদিগকে **আস্থানিক** (Adventitious) মূল বলা হয়। প্রথম অঙ্কুবোদগম

হইতে আবস্ত কবিয়া ভূট্টাব গাছেব চাবিটি শিশু অবস্থা চিত্রে দেখান হইল।

ক খ গ ও ঘ যথাক্রমে ইহাব কাণ্ড, মূল, গুচ্ছ মূল ও বীজপত্র। ইহাদেব ক্রমবৃদ্ধি

লক্ষ্য কব। কতকগুলি বীজ মাটিতে অঙ্কুবিত হইয়া মাটি ভেদ কবিয়া উঠে।

ক্রমে কাণ্ডেব বৃদ্ধিব সহিত বীজপত্র কিছুদিন মাটির উপব হইতে ক্রমাগত উপবে

উঠিতে থাকে। ইহাদিগকে **মূন্ডেদী** (Epigeal) বীজ বলে। অপর পক্ষে কতক-

গুলি বীজ মাটির নিচেই থাকিতে চায়। ইহার **মূদস্তগত** (Hypogaeal) বীজ।

তেঁতুল, সিম, লাউ, কুমড়া প্রভৃতির বীজ মূন্ডেদী বীজ, কিন্তু মটর, ছোলা প্রভৃতিব

বীজ মূদস্তগত বীজ। আবার ছোলা, মটর, সিম প্রভৃতি গাছেব ভ্রূণেব খাত্ত বীজ-

পত্রের মধ্যে থাকে, কিন্তু রেডি, ধান, তাল নাবিকেল, খেজুর, সুপারি, যব, ভূট্টা

প্রভৃতির ভ্রূণেব খাত্ত বীজপত্রের বাহিবে থাকে। পূর্বোক্ত বীজ গুলিকে **অস্ফঃসার**

(Ex-albuminous) এবং দ্বিতীয় প্রকাব বীজগুলিকে **বহিঃসার** (Albuminous)

বীজ বলে।

দৈহিক গঠন, ফুল ও ফল দান করিবার রীতি ও শক্তি, মূল, কাণ্ড ও পত্রের বিভিন্নতা এবং সাধারণ ধর্মের পার্থক্য অনুসারে, সমস্ত উদ্ভিদকে বৃক্ষ, লতা, গুল্ম, ওষধি প্রভৃতি কয়েক শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয় পূর্বে জানিয়াছ। তন্মধ্যে বৃক্ষই সর্বাপেক্ষা আকারে বিশাল এবং সর্বাপেক্ষা পূর্ণাঙ্গ।

সমূল আকন্দ, হুডহুডে বা এইরূপ জাতীয় একটি ছোট গাছ উপভাইয়া পর্বীক্ষা করিলে দেখা যায়, একটি গাছেব প্রধানত দুইটি অংশ—মূল (Root) ও কাণ্ড (Shoot)। প্রথম অংশটি সাধারণত মাটির নিচে এবং অপরটি মাটির উপরে থাকে। মূলের ধর্ম মাটির নিচে প্রসার লাভ করা, কিন্তু কাণ্ডের ধর্ম ঠিক বিপরীত—ইহা উপর দিকে বাড়িতে চায়।

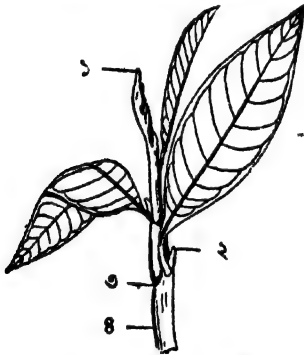
এইবার একটি বড় গাছেব কথা ভাবিয়া দেখিলে বুঝিতে পারিবে ইহাবও ঐকপ দুইটি প্রধান অংশ আছে। ইহাব মূল মাটির নিচে শাখা প্রশাখা বিস্তার করিয়া মাটি আঁকড়াইয়া ধরে তাতে গাছটি খাড়া হইয়া থাকে, পড়িয়া না যায়। এই মূল দিয়া গাছ মাটি হইতে বস সংগ্রহ করিয়া আপনার খাদ্য আহরণ করে। প্রধান মূল হইতে শাখা প্রশাখা বাহিব হইয়া মাটির ভিতর চতুর্দিকে ছড়াইয়া পড়ে, গাছেব কাণ্ড হইতেও সেইকপ শাখা প্রশাখা বাহিব হইয়া উপরেব চাবিদিকে ছড়াইয়া পড়ে। এই শাখা প্রশাখায় গাছেব পাতা, ফুল ও ফল বসে এবং পবে আমরা ফল হইতে বীজ পাই। ফুল ও ফল, সকল গাছে সকল সময় পাওয়া যায় না—ইহাবা গাছেব অপ্রধান অংশ। গাছেব প্রধান অংশ হইল তিনটি—মূল, কাণ্ড এবং পাতা। পাতাব সাহায্যেও গাছ খাদ্য আহরণ করে, কিন্তু পাতাব প্রধান কার্য নিঃশ্বাস প্রশ্বাস গ্রহণ ও ত্যাগ করা। গাছকে বাঁচিতে হইলে মূল, কাণ্ড ও পাতাব বিশেষ প্রয়োজন, এইজন্ত ইহাদেব যে কোন একটিকে যদি নষ্ট করিয়া ফেলা হয় তবে গাছ নিশ্চেষ্ট হইয়া পড়ে, নয়ত একেবারে মরিয়া যায়। কিন্তু ফুল ফল তুলিয়া লইলে গাছেব তত ক্ষতি হয় না।

* মূল ও পাতা দিয়া গাছ আপনার খাদ্য আহরণ করে এবং অনেক সময়

সেই খান্ড সঞ্চিত করিয়াও রাখে; মূলা, গাছের প্রভৃতিব মূলের কথা মনে কবিলে এবং দ্ব্যতকুমারী ও হিম সাগরের পাতার কথা মনে কবিলে আমবা বেশ বুঝিতে পারি পূর্বোক্তগুলিব মূলে ও শেবোক্তগুলিব পাতায় খান্ড সঞ্চিত থাকে।

বীজ হইতে প্রথম মূল বাহিব হয়। মূলের সর্বপ্রথম অবস্থা **ভ্রূণমূল** (Radicle) এবং কাণ্ডের অন্তরূপ অবস্থাব নাম **ভ্রূণ মুকুল** (Plumule)। বীজ অঙ্কুরিত হইবার সর্বপ্রথম অবস্থায় আনবা ভ্রূণমূলকেই দেখিতে পাই, পরে ভ্রূণমূল বাহিব হয়।

গাছের একটি শাখা লইয়া পরীক্ষা কবিলে দেখা যাইবে, ঠিক যে অংশ হইতে পাতা বাহিব হয়, শাখা বা উপশাখাব ঠিক সেই অংশ অপব অংশ অপেক্ষা কিছু



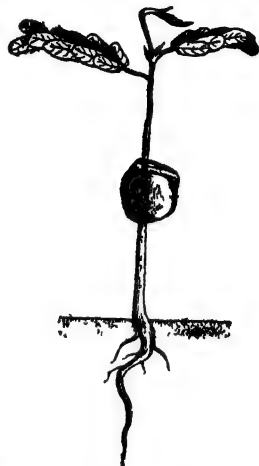
৭নং চিত্র—সন্ধি, পর্ব ও মুকুল

হয়, ইহাকে **পার্শ্বস্থ মুকুল** (Axillary bud) বলে। প্রত্যেক শাখা প্রশাখাব লীর্ঘদেশেও এইরূপ মুকুল জন্মাব। তখন তাহাদিগকে **অন্তস্থ মুকুল** (Terminal bud) বলে। সাধাবণত এই অন্তস্থ মুকুল হইতে ফুল ধরে। ৭নং চিত্রে দেখ (১) গাছটির অন্তস্থ মুকুল, (২) পার্শ্বস্থ মুকুল (৩) সন্ধি (৪) পর্ব।

একটি খুব ছোট তেঁতুল চারা লইয়া পরীক্ষা কবিয়া দেখ—ইহাব বীজপ্রজ (Cotyledons) দুইটি কেমন মাটির উপর গাছের সহিত যুক্ত হইয়া

: মাটি এবং বাক্য, ইহাই গাছের গাঁট বা **সন্ধি** (Node)। এই রূপ দুইটি সন্ধিব মধ্যবর্তী স্থানকে **পর্ব** (Anti-node) বলা হয়। প্রত্যেক সন্ধিতে যেখানে পাতা বাহিব হয় সেই স্থানে পাতাব ও শাখাব মধ্যে একটি কচিপাতাব মুকুল দেখা যায়, ইহাই বড় হইয়া কখনও আব একটি প্রশাখায় পরিণত

বহিয়াছে। কিছুদিন পরে এই বীজগত দুইটি ক্রমে শীর্ণ হইয়া নষ্ট হইয়া যায়। তখন গাছকে আর ইহাতে সঞ্চিত ঋণের উপব নির্ভর কবিত্তে হয় না। গাছ যত বাড়িতে থাকে ততই তাহার ডালপালা, পাতা গজায়, এদিকে নিচে শিকড়ও ঐক্লপ শাখাপ্রশাখা বিস্তার কবিত্তে থাকে। ঝড়ে উপডান একটি বৃহৎ তেঁতুল গাছ যদি কেহ কখনও দেখিয়া থাক তবে বুঝিতে পাবিবে ইহাব মাটির উপবেব অংশ যেমন বিস্তার লাভ কবে মাটির নিচেব অংশও প্রায় সেইক্লপ বিস্তার লাভ কবে। কিন্তু ইহা মাটির নিচে থাকে বলিয়া আমবা মোটে টেব পাইনা।



৮নং চিত্র—তেঁতুল চাষা

লক্ষ্য কবিলে বেশ দেখা

নিচে প্রধান শিকড়টি ক্রমাগত সোজা নিচেব

দিক নামে, ইহাকে প্রধান (Tap) মূল

বলে। ইহাব পাশে যে সমস্ত শিকড় বাহিব হয়

ক্রমে সেই সকল শিকড়ের পাশ দিয়াও আবাব শিকড় বাহিব হয়; ইহাদিগকে **শাখা মূল** বলে। মূলগুলি মাটির নিচে অঙ্ককাবে থাকে বলিয়া ইহাদেব বং শাদা।



৯নং চিত্র—তেঁতুল ফুল

যে সকল সন্ধি হইতে পাতা বাহির হইয়াছে সেখানে

পার্শ্ব-মুকুল দেখিতে পাওয়া যায়। অন্তস্থ মুকুল হইতে

ফুল হয়। এই ফুল হইতে ক্রমে পাপড়ি খসিয়া যায়

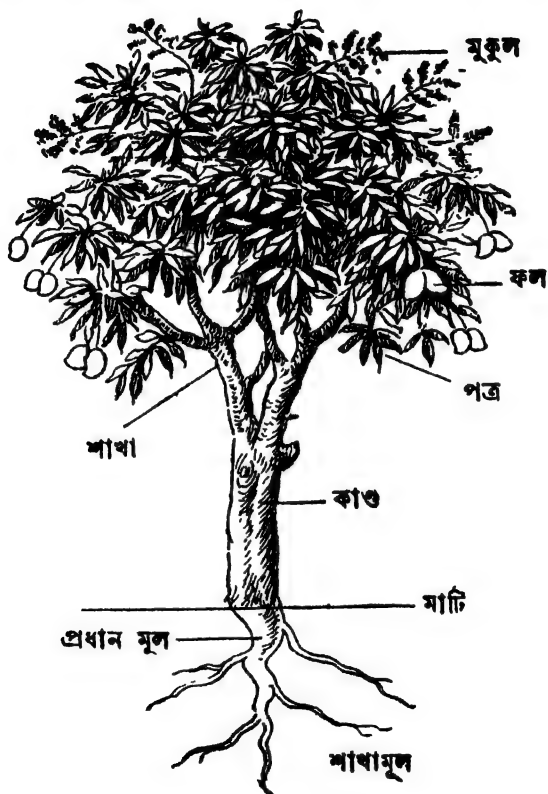
এবং সরু সরু তেঁতুল ফল দেখা দেয়। বাবমাস সকল

গাছেব পাতা দেখা যায় না। অশ্বখ, নিম প্রভৃতি গাছেব পাতা বসন্তকালে

একবাবে খসিয়া যায় ও নূতন পাতা গজায়। তেঁতুল গাছে বারমাসই পাতা দেখা

যায়। মধ্যে মধ্যে উহার কিছু পাতা পাকিয়া খাবিয়া পড়িয়া যায় এবং নূতন পাতা

গজায়। ভাদ্র আশ্বিন মাসে ইহাব নূতন পাতা অধিক পরিমাণে হয় এবং নূতন পাতা হইবার পবেই তেঁতুল ফুল ধবে। এই ফুল হইতে ফল হইয়া বাড়িতে



১০নং চিত্র—পূর্ণাক্ষ গাছ

থাকে এবং সেই ফল পাকিতে প্রায় চৈত্র, বৈশাখ মাস পর্যন্ত সময় লাগিয়া

থাকে। অধিকাংশ গাছেব নূতন পাতা গজাইবাব, ফুল ও ফল ধবিবাব যেমন সময় নির্দিষ্ট থাকে তেঁতুল গাছেবও ঠিক একটি নির্দিষ্ট সময়ে ফুল ও ফল হয়। তেঁতুল ডালেব প্রত্যেক সন্ধি হইতে একটি কবিয়া প্রধান পাতা বাহিব হয়। একটি সন্ধিব যেদিকে এই প্রধান পাতা বাহিব হয় পববর্তী সন্ধিতে ঠিক তাহাব বিপবীত দিক পাতা বাহিব হয়। প্রধান পত্রেব গায়ে আবার জোড়া জোড়া ছোট ছোট পাতা বাহিব হয়। এই পাতাগুলি এক এক স্থানে দুইটি দুই দিকে বিস্তৃত হইয়া থাকে। কিন্তু নিমপাতাব মত পাতাব শীষ একক পাতা থাকে না। ১০ নং চিত্রে একটি পূর্ণাঙ্গ গাছ ও তাহাব মূল, কাণ্ড, পত্র, পুষ্প ও ফল দেখান হইল। উদ্ভিদেব প্রতি অংশেব উপকাৰিতা, বায় ও পাবিপাশ্বিক অবস্থাব সঠিত সংগ্রাম কৰিবাব জগ্না দেহাংশ বিশেষেব কপাস্তব প্রভৃতি পববর্তী পৰিচ্ছেদে বৰ্ণিত হইল।

সংক্ষেপ ১—বিবৰিত বস, বাতাস ও উদাপ না পাইবে অঙ্কুবোদাগম হয় না। বেচিব ষ্ঠক নাড়, ও বাঁড়বন্ধ আছে। উদ্ভিদেব প্রধান দহটি অংশ—মূল এবং কাণ্ড, অবশ্য উভাদেব প্রত্যেকেব নানা কপ আছে। কাণ্ড এবং মূলেব যেমন পার্থক্য তেমনই সাদৃশ্যও দেখ বাব। শাণ্ডে বাবক শাপা, প্রশাণা পদ, নকি, মুকুব, ফল, ফুল ইত্যাদি।

দ্বিতীয় প্রশ্নমালা

১। একটি পূর্ণাঙ্গ লর্ণনা কব যাচাইত গমণ কব। যায উপযুক্ত বন, বায়ু এবং উদাপ না পাটাল বীজ অকবিত হয না। (Describe an experiment which will prove that a seed will not germinate unless it gets adequate amount of water, air and heat)

২। ছোলা ও ভুটাব অঙ্কুবোদাগম ককপে হয লিখ। (Write how gram and maize germinate)

৩। ভুটাব ও ছোলাব অঙ্কুবোদাগম বালে কি কি পার্থক্য পবিলক্ষিত হয? (What differences are noticed in the germination of a gram and a maize)

৪। গাছেব প্রধান অংশ দুইটির বিবরণ দাও। (Give an account of the two main parts of a plant.)

৫। কাণ্ড এবং মূলের মধ্যে প্রধান প্রধান সাদৃশ্য এবং পার্থক্যগুলি বুঝাইয়া দাও।
(Explain the chief similarities and differences of a root and a shoot)

৬। ফল ও ফুল গাছের অপ্রধান অংশ কেন? (Why fruits and flowers are minor parts of a plant?)

৭। গর্ভ, সন্ধি, অন্তঃস্থকুল, ও পার্শ্বমুকুল কাকে বলে চিত্র অঙ্কিষণ বুঝাইয়া দাও।
(Explain with a diagram —antinode node terminal bud and axillary bud)

৮। আম ও তৈতুল গাছের জীবন ক্রান্তান্ত লিখ। (Write life histories of a mango tree and of a tamarind tree)

৯। তৈতুল গাছে কোন সময়ে ফুল ধবে? (When is the time of inflorescence of a tamarind tree?)

তৃতীয় পরিচ্ছেদ

মূল, কাণ্ড, পাতা, ফুল, ফল ও বীজ

মূল

পূর্বেই বলা হইয়াছে ভ্রূণ হইতে বাহিব হইয়া যে অংশ মাটির ভিতর দিকে বায় তাহাই শিকড় এবং যাহা উপর দিকে উঠে তাহা কাণ্ড। এই শিকড় এখন প্রধান মূল (Tap root) রূপে ক্রমাগত নিচে নামিতে থাকে এবং সঙ্গে সঙ্গে ইহাব পাশ হইতে শাখা এবং ক্রমে প্রশাখা বহির্গত হয়। আবাব কখনও বা প্রধান মূল বর্ধিত না হইয়া মরিয়া যায়



১১ নং চিত্র

ধানগাছের গুচ্ছমূল

এবং ঐ স্থান হইতে গুচ্ছ মূল (Fibrous root) বাহিব হইয়া মাটির চারিদিকে ছড়াইয়া পড়ে। অধিকাংশ এক-বীজপত্রী উদ্ভিদেব গুচ্ছমূল হয়। মূলের বয় এক বকম শাখা, কিন্তু কাণ্ডেব বয় বিভিন্ন। শিকড় হইতে পাতা, ফুল, ফল বা বীজ হয় না। কিন্তু

প্রত্যেক শিকড়ের মাথায় একটি করিয়া মূলত্রা (Root cap) থাকে—ইহা স্ফুমাব মূলগ্রভাগকে দুর্ঘটনা হইতে



১২ নং চিত্র—মূলত্রা ও মূলরোম

রক্ষাকবে। এই মূলত্রাব উপরে শিকড়ের চারিদিকে অতি সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম চুলের মত কতকগুলি মূলরোম (Root hair) বাহিব হয়। কাণ্ডের স্থায় মূলের সন্ধি বা পর্ব নাই।

কাণ্ডের বিভিন্ন অংশে অবস্থান অল্পসারে মূলকে সাধারণত দুইভাগে ভাগ করা হয়, তন্মধ্যে কাণ্ডের নিচে প্রধান মূলকে প্রকৃত (True) মূল

এবং কাণ্ডের অগ্ৰাগ্ৰ অংশে অবস্থিত মূলকে **আস্থানিক** (Adventitious) মূল বলা হয়। কাণ্ডের বিভিন্ন স্থানে অবস্থান অনুসারে ইহাদেব কাণ্ডের বিভিন্নতা পৰিলক্ষিত হয়। আম, জাম, তেঁতুল প্রভৃতি গাছেব মূল প্রকৃত মূল, কিন্তু বটের ঝুবি, কেয়া বা ভুট্টা গাছেব উপরকাব শিকড়, পান, কুমড়া, বাগ্ৰা প্রভৃতি গাছেব শিকড় আস্থানিক মূল। আস্থানিক মূল আবাব কাৰ্ধ অনুসাবে বা অবস্থান অনুসাবে কয়েকটি ভাগে বিভক্ত, যথা :—

(ক) **স্তম্ভ** (Prop) মূল—বট বা ববাব গাছেব বড় বড় শাখা প্রশাখা হঠতে



১৩ নং চিত্র—বটের ঝুবি

ঝুবি নামিমা মাটিব ভিতবে প্রধান মূলেব মত প্রবেশ কৰে। কালক্ৰমে ইহাবা

পুঁই হইয়া এক একটি স্তম্ভের মত হইয়া দাঁড়ায়। তখন বড় গাছটির শাখাটির গোড়া কাটিয়া দিয়া প্রধান গাছ হইতে পৃথক করিলে শাখা প্রশাখা গুলি এক একটি পূবাস্তম্ভের গাছ হইয়া দাঁড়ায়। এইকপ মূলকেই **স্তম্ভমূল** (Prop root) বলা হয়।

(খ) **ঠেশ** (Stilt) মূল :—কেয়াগাছ বাহাতে সহজেই মাটিতে পড়িয়া না যায় সেইজন্য উহাব গুঁড়ির মাটির উপবেব অংশ হইতেও বড় বড় শিকড় বাহিব হইয়া গাছটিকে শক্ত করিয়া ধরিয়।
বাথে। ইহাদিগকে **ঠেশ** মূল বলে।
ভুট্টা, আগ, ধান প্রভৃতি গাছের গোড়ার দিক অনেকগুলি গাঁট হইতে এইকপ ঠেশমূল বাহিব হইতে দেখা যায়, তবে তাহাবা কেয়াগাছের ঠেশমূলের মত বড় ও মজবুদ নহে।



১৪নং চিত্র—কেয়াগাছের ঠেশমূল

(গ) **আরোহী** (Climbing) মূল—পান, গজপিন্দুল প্রভৃতি কতকগুলি লতা গাছ আপন কাণ্ডের দুর্বলতার জন্য ঝড় ঝাপটাব হাতে হইতে আপনাদিগকে বন্ধ করিবার জন্য একটি শক্ত গাছে আবোহণ করিয়া আশ্রয়লাব কবে, কিন্তু ইহাবা আশ্রয়দাতার নিকট হইতে আপনাদেব আহ্বানের প্রত্যাশা বাথে না। মূলের সাহায্যে ইহাবা বলবান একটি আশ্রয়ে আবোহণ কবে বলিয়া ইহাদিগকে **আরোহী** (Climbing) মূল বলা হয়। অনেক লতাগাছের আবর্ষ (Tendrils) এবং কাণ্ডেরদ্বাবাও এই কাথ সাধিত হয়। তাই বলিয়া উল্লিখিত মূল গুলিকে আকর্ষ মনেকবিও না অথবা আকর্ষগুলিকে আরোহী মূল বলিয়া ভুল করিও না।

(৬) **শ্বাসমূল** (Breathing roots বা Pneumatophores)—লোনি জলাভূমিতে কতকগুলি গাছ জন্মে, তাহাদের মূল জলমগ্ন থাকে বলিয়া মাটি হইতে পরিমিত বাতাস পায় না, তাই উহাদের শাখামূল বা প্রশাখা মূল হইতে কতকগুলি শঙ্কুর মত মূলেব বহিত অঙ্গ মাটির উপরে খাড়া ভাবে উঠিয়া স্ব স্ব গাত্রস্থ ছিদ্র দিয়া বায়ুমণ্ডল হইতে বায়ু গ্রহণ কবে এবং শ্বাস কার্য চালায়। ইহাদিগকে **শ্বাস** (Breathing) মূল বলে।

সুন্দর বন অঞ্চলে সূঁদবী, বেগুড়া, গবান, গঁও প্রভৃতিব এইরূপ শ্বাসমূল দেখিতে পাওয়া যায়।

(৬) **বায়ুবীয়** (Aerial) মূল—বান্স, গুলঞ্চলতা বা গুড়ুচি প্রভৃতি বৃক্ষরূহ গাছেব (Epiphytes) কাণ্ড হইতে আস্থানিক মূল বাহির হইয়া, কতকগুলি আশ্রয়দাতাকে জড়াইয়া ধরে এবং কতকগুলি বাতাসে ঝুলিতে থাকে। যে গুলি বাতাসে ঝুলিতে থাকে তাহাদিগকে বায়বীয় মূল বলা হয়। বায়বীয় মূলেব গায়ে ব্রটিং কাগঞ্জের ন্যায় এক রকম পাতলা আবরণ (Velamen) থাকে। তাহা দ্বারা ইহারা বায়ু হইতে আহাব সংগ্রহ করে। পবে দেখিবে পত্রের একটি কাজ বায়ু হইতে আহার্য সংগ্রহ করা। এখানে দেখিতেছ গাছেব মূল ও পত্র উভয়েই বায়ু হইতে পাতা সংগ্রহ করে।

(৮) **পত্রমূল** (Leaf root) পাথবকুঁচির পাতা কয়েকদিন ভিজা মাটিতে পড়িয়া থাকিলে ইহাব কিনাবা হইতে মূল বাহিব হইতে দেখা যায়। জন্মে পাতাটির ঐ স্থানে একটি পাথবকুঁচিব চাবার জন্ম হয়। পাথব কুঁচিব পত্রের এইরূপ মূলকে **পত্র-মূল** (Leaf-root) বলা হয়। এখানে পাথবকুঁচিব পাতা বীজের ন্যায় কার্য করিতেছে

(৯) **ভাসমান** (Floating) মূল—কোবদাম বা কৌচড়া গাছের কাণ্ডের গাঁট হইতে ভিজা তুলাব ন্যায় গোছা গোছা একপ্রকার মূল বাহিব হয়। ইহাবা গাছটিকে ভাসাইয়া বাখিবাব পক্ষে যথেষ্ট সাহায্য করে বলিয়া ইহাদিগকে **ভাসমান** মূল বলা হয়।

, (জ) **শোষকমূল** (Haustoria) স্বর্ণলতা বা আলোকলতার সবুজ পাতা নাই। ইহাৰা অগ্নি একটি গাছে ভষ্মিয়া তাহাৰ দেহেৰ মধ্য চুলেৰ মত সৰু মূল প্ৰবিষ্ট কৰাইয়া দিয়া খাও শোষণ কৰে বলিয়া ইহাদেৰ ঐপ্ৰকাৰ মূলকে **শোষকমূল** বলে।

কতকগুলি উদ্ভিদ অপৰ একটি গাছেৰ উপৰ বাস কৰে। তাহাদেৰ মধ্য কেহ কেহ আশ্ৰয় বৃক্ষেৰ বন্ধ শোষণ কৰিয়া খাও গ্ৰহণ কৰে, যেমন স্বর্ণলতা অগ্নি গাছ হইতে আপনাৰ শিকড় দিয়া আহাৰ সংগ্ৰহ কৰে। ইহাদিগকে **পৰভোজী** (Parasite) বলা হয়।

পৰভোজী উদ্ভিদ দুই বকৰ—**আংশিক পৰভোজী** (Partial parasite) এবং **সম্যক পৰভোজী** (Total parasite)। বড় বড় আম গাছেৰ শাখায় একপ্ৰকাৰ লতা জন্মাইতে দেখিগাছ কি? ইহাৰ ছোট ছোট লাল ফুল হয়। ইহাদেৰ নাম লোৰেণ্থাস (Lorenthus)। ইহাৰা আশ্ৰয় বৃক্ষে মূল প্ৰবিষ্ট কৰাইয়া উহাকে আঁকড়াইয়া থাকে, কিন্তু পাতাব দ্বাৰাই খাও সংগ্ৰহ কৰিয়া লয়। ইহাৰা আংশিক পৰভোজী। পৰে জানিতে পাবিবে বৃক্ষেৰ প্ৰাণ প্ৰত্যেক অঙ্গ প্ৰত্যঙ্গই অপৰ অঙ্গ প্ৰত্যঙ্গেৰ কাজ কিছু না কিছু কৰিতে পাৰে বা কৰিয়া থাকে। **আলোক লতা**ৰ পাতা নাই। গোছা গোছা সূতাৰ মত দল বাধিয়া বাব্লা প্ৰভৃতি গাছেৰ উপৰ ইহাৰা বৰ্ণিত হয়। ইহাৰা আশ্ৰয় বৃক্ষ হইতেই আপনাদেৰ খাও শোষণ কৰিয়া লয়। ইহাৰাট সম্যক পৰভোজী। তাহা হইলে বুঝিতে পাবিতেছে একটি গাছ অপৰ একটি গাছে উঠিলে উহাৰ তেজ কমাইয়া দিতে পাৰে—কেবলমাত্ৰ তাহাৰ আহাৰে ভাগ বসাইয়া নহে—তাহাকে আঁকড়াইয়া তাহাৰ স্বচ্ছন্দতাৰ প্ৰতিবন্ধক হইয়াও বটে। বোন গাছেৰ উপৰ একপ আগাছা হইলে আগাছাটি নষ্ট কৰিয়া ফেলা উচিত।

অবস্থান এবং পাবিপাশ্বিক অবস্থাভেদে মূলেৰ কাৰ্য্যৰ বিভিন্নতা লক্ষিত হইলেও মূলেৰ প্ৰধান কাৰ্য দুইটি—(১) গাছকে মাটিৰ সহিত শক্ত কৰিয়া আটকাইয়া খাড়া বাগা এবং (২) মাটি হইতে খাওৰ জন্ত বস ও কাঁচা মাল

সংগ্রহ কৰা। মূল ৰোমাই মাটি হইতে কাঁচা মাল সংগ্রহ কৰিয়া থাকে। তাহা ছাড়া মূলা, গাজৰ, শালগম, শতমূলী প্রভৃতিৰ মূলেৰ জাৰ অনেক গাছেৰ মূলে পাত্ৰ সংগৃহীত থাকে।

ইহাদেব মনো এক এক বকন মূলেৰ এক একটি বিশিষ্ট আকৃতি আছে। মূলাৰ মত মনো মোটা ও ঢই দিক সৰু হইলে **মূলাকৃতি** (Fusiform), শালগমেৰ মূলেৰ



১৫ নং চিত্ৰ—মূলা, শালগম, গাজৰ ও

শতমূলী

মত গোলাকাৰ মূলেৰ ঠিক নিচ হইতে একটি লম্বা সৰু লেজেৰ মত বাহিৰ হইলে তাহাকে **শালগমাকৃতি** (Napiform) এবং গাজৰেৰ মত উপৰ দিকে মোটা এবা নিচেৰ দিকে ক্ৰমাগত সৰু হইলে তাহাকে **গাজৰাকৃতি** (Conical) মূল বলা হয়। কোন কোন গাছেৰ গুচ্ছ মূলও পাত্ৰ সঞ্চয় কৰিয়া মোটা হয়। তখন তাহাদিগকে **কন্দাল** (Tuberous) মূল বলা হয়। শতমূলী ঐকালু প্রভৃতি কন্দাল মূল।

মূলেৰ চাপ দিয়া শোষিত খাদ্য কাণ্ড

ও পাতাব চালান দেওয়া, খাসপ্রাধাসেব কাৰ্য কৰা, আবেগণ কৰা, পানাব মত গাছেৰ জলে ভাসমান বাষ্পও মূলেৰ কয়েকটি অপ্রান কাৰ্য। পটোল, কঁদুৰি প্রভৃতিৰ মূলে বংশ বৃদ্ধিৰ কাৰ্যও হয়।

পরীক্ষা কৰিয়া জানা গিয়াছে গাছেৰ জীবন বক্ষাব জন্তু প্রধানত দশটি মূল পদার্থৰ প্রয়োজন, যথা:—অক্সিজেন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, ক্যালসিয়াম, পটাশিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, লৌহ, গন্ধক ও ফসফরাস। ইহাদেব মধ্যে কেবলমাত্র অক্সিজেন পাতাব সাহায্যে সংগৃহীত হয়। বাকি নয়টি পদার্থ মূল দ্বাৰা কাঁচা মাল ৰূপে সংগৃহীত হয়। এই নয়টি পদার্থ মাটিতে লবণৰূপে বৰ্তমান

থাকে। মাটিব সহিত দ্রবণ প্রস্তুত কবিয়া যে বস প্রস্তুত হয় তাহাই গাছেবা মূলদ্বাৰা শোষণ কৰে। কোন পদার্থ সহজে মাটিব জলে দ্রব না হইলে মূল বোম হইতে একপ্রকাৰ বস নির্গত হইয়া উহাদিগকে দ্রব কবিয়া বসে পৰিণত করে। তখন গাছ মূল দিয়া ঐ বস শোষণ কৰে।

কাণ্ড

গাছেব দৃশ্যমান প্রধান অঙ্গ কাণ্ড। মূলেব সহিত ইহাব সম্বন্ধ অবিচ্ছেদ্য। অনেক গাছেব মূল ও কাণ্ডেব সংযোগস্থল নির্ণয় কৰা কঠিন। কাণ্ডেব নিকটতম মূলেব খানিকটা অংশকে কাণ্ড বলিয়া মনে হয় এবং মূলেব নিকটতম কাণ্ডেব খানিকটা অংশকে মূল বলিয়া মনে হয়। কিন্তু কাণ্ডে শাখা, প্রশাখা, পত্র, ফুল, ফল প্রভৃতি জন্মায়, মূলে এসব কিছুই জন্মায় না। কাণ্ড হইতেই পৰ, সন্ধি, পাৰ্শ্ব মুকুল এবং অন্তস্থ মুকুল প্রভৃতি বাহিৰ হয় একথা পূৰ্বে জানিষাছ।

কাণ্ডেব আকৃতি (Cross section), কাঠিন্য এবং কাৰ্যকাৰিতা হিসাবে ইহাবা বহুবিধ শ্রেণীতে বিভক্ত হইতে পাবে। তাল, নাবিকেল, খেজুর ও বাঁশ প্রভৃতি গাছেব কাণ্ড গোল হইলেও মক্ষণতাব দিক দিয়া বিচাৰ কবিত্তে গেলে ইহাদেব মন্যে কত পার্থক্য দেখা যায়, ইহাদেব পৰিধি কম বেশী তো আছেই। তেঁশিবা মনসা, হোগলা এবং মুখা গাছেব কাণ্ড ত্রিকোণাকাৰ, আৰাব হাডভাঙ্গা ও তুলসী গাছেব কাণ্ড চতুৰ্গোণ কিন্তু কুমড়া গাছেব কাণ্ড কেমন ঢেউ খেলান গাছেব। কাণ্ডেব পৰিধিৰ আয়তন ও আকাৰ অনুসাবে এইরূপ কত প্রভেদ দেখা যায়। ধান গাছেব কাণ্ড ফাঁপা, গোল এবং গাঁট গাঁট হইলেও বাঁশেৰ মত শক্ত নহ।

কতকগুলি গাছেব কাণ্ড বেশ শক্ত, তাহাবা গাড়া থাকে। কিন্তু কতকগুলিৰ কাণ্ড দুৰ্বল তাহাবা খাড়া হইয়া থাকিত্তে পাবে না—হয় মাটিতে লতাইয়া যায় নতুবা কোন একটি শক্ত জিনিষ আশ্রয় কবিয়া তাহাতে চড়িয়া থাকে। এই প্রকাৰ গাছকে সাধাবণত লতা (Creeper) বলা হয়। সিম, তরুলতা, অপবাজিতা প্রভৃতি লতা আপনাব কাণ্ড দ্বাৰাই অপৰ আশ্রয়কে জড়াইয়া

ধরে। কিন্তু লাউ, কুমড়া, আলু প্রভৃতি লতা আকর্ষ সাহায্যে আশ্রয়কে জড়াইয়া ধরে। বস্তুত এই সকল লতার আকর্ষ কাণ্ডেই রূপান্তর।

সম্পূর্ণ উদ্ভিদ দিগকে কাণ্ডেব আকৃতি অনুসারে তিন শ্রেণীতে বিভক্ত করা যাইতে পারে। যথা :—(১) **ওষধি** (Herb), (২) **শুষ্ক** (Shrub) ও (৩) **বৃক্ষ** (Tree)।

ওষধি কাণ্ড নবম, বসাল এবং ছোট। ধান, দোপাটি, মূলা, গাজর, কলা, আদা প্রভৃতি ওষধি। দোপাটি, ধান প্রভৃতি এক বৎসব জীবিত থাকে, মূলা, গাজর প্রভৃতি ভূনিম্নস্থ কাণ্ডে ঋতু সঞ্চয় কবিয়া দুই বৎসর জীবিত থাকে, কিন্তু কলা, আদা প্রভৃতিব কাণ্ড মাটির নিচে থাকিয়া প্রতি বৎসবই তাহা হইতে নূতন গাছেব সৃষ্টি কবে।

জবা, করবী প্রভৃতি **শুষ্ক**। ইহাদেব কাণ্ড খুব শক্ত কিংবা খুব নবম নহে। ইহাদেব একটি প্রধান কাণ্ড নাই। মনে হয় গোড়া হইতেই যেন কতগুলি ডাল পালা বাহিব হইয়াছে। ইহারা দুই বৎসবের অধিক কাল বাচিতে পারে।

বৃক্ষ কাণ্ড যেমন বড় তেমন শক্ত হয়। বৃক্ষ বহুদিন বাঁচে, কিন্তু প্রতি বৎসব ইহাদেব কাণ্ড খোলস ত্যাগ কবে এবং সঙ্গে সঙ্গে কাণ্ডে একটি পর্দা পড়িয়া যায়। সুতরাং একটি গাছেব গুঁড়িকে চাকা কবিয়া কাটিলে ইহাতে প্রায় চক্রাকার যে বেখা দেখা যায় তদ্বাৎ গাছেব কাণ্ডে কতগুলি পর্দা পড়িয়াছে বুঝিতে পাওয়া যায় এবং সে হিসাবে গাছেব আনুমানিক বয়সও নির্ধারণ কবিতে পাওয়া যায়। তাল, নাবিকেল, খেজুর প্রভৃতিব গুঁড়িতে একরূপ পর্দা বুঝিতে পাওয়া যায় না। ইহাদেব গুঁড়িতে শাখা প্রশাখাও জন্মায় না।

কাণ্ড সাধারণত মাটির উপর থাকে, কিন্তু হলুদ, আদা, ওল, পেঁয়াজ, আলু প্রভৃতিব কাণ্ড মাটির নিচে থাকে বলিয়া অনেকে ইহাদিগকে মূল মনে করেন, প্রকৃত পক্ষে তাহাবা রূপান্তরিত কাণ্ড। এই সকল কাণ্ডে গাছগুলি ঋতু সঞ্চয় কবিয়া রাখে এবং ইহা হইতে সময় মত নানা অঙ্গে বস ও ঋতু সঞ্চালিত কবিয়া দেয়।

আলু, ওল, হলুদ প্রভৃতির মত ভূনিম্নস্থ কাণ্ডদ্বিগকে মূল না বৃদ্ধিবাহক যেকটি লক্ষণ এই—(১) ইহাদের গায়ে পাতলা আঁশের মত ছাল ও কুঁড়ি থাকে (২) ইহাদের মূলত্রা থাকেনা (৩) ইহাদের গা হইতে মূল ও কাণ্ড বাহিব হয়।

ভূনিম্নস্থ কাণ্ড সাধারণত চারি প্রকার; যথা :—

(১) রাইজোম (Rhizome)—ইহারা মাটিতে শায়িত অবস্থায় থাকে, মোটা ও শাঁসাল হয়, উপরদিকে পাতা বাহির হয় এবং মাটির উপর ঐ পাতাগুলি বর্ধিত হয়, নিচের দিকে মূল চলিয়া যায়। প্রতিবৎসব সময় ক্রমে পাতাগুলি শুকাইয়া যায় তখন ইহাদের বৃদ্ধি থাকে না। পূর্ববর্তী বৎসবে আবার সময় মত পাতা গজায়।

বাংলায় বিজ্ঞান লেখক স্বনামধন্য জগদানন্দ বায় মহাশয় কিছুকাল গাছের এরূপ নিষ্ক্রিয় থাকার ব্যাপারকে গাছের ঘুম বলিয়া বর্ণনা কবিয়াছেন, তাঁহার সে প্রবন্ধ পড়িলে আবও কত গাছের এরূপ ঘুমের কথা জানিতে পারিবে।



১৬ নং চিত্র—রাঁধা

ইহাদের গায়ে গাঁট ও পর্বগুলি আঁশের মত পাতলা পাতা দিয়া ঢাকা থাকে। আদা, হলুদ, কলাগাছ প্রভৃতি ইহাব উদাহরণ।

(২) ফীতকন্দ (Tuber)—ভূনিম্নস্থ কাণ্ডের যে ফীত অংশ প্রায়



গোলাকার বা প্রায় ডিম্বাকার হয় ইহাতে শ্বেতসার জাতীয় খাদ্য সঞ্চিত থাকে। ইহাব গায়ে যে চোখ থাকে সেই চোখগুলি কাটিয়া মাটিতে পুঁতিলে তাহা হইতে নূতন গাছ হয়। গোল-আলু ইহাদের দৃষ্টান্ত।

(৩) কন্দ (Bulb)—ইহাবা দেখিতে

১৭ নং চিত্র—গোল অমুর গাছ

ছোট একটি শঙ্কু (Cone) বা থালাব (Disc)

অ্যায়। ইহাদের উপর হইতে কতকগুলি মোটা মোটা শঙ্কপত্র একটি একটি

কবিয়া কাণ্ডকে যেবিয়া গুল্মাকাবে মাটির বাহিরে আসে। এই স্থানে প্রচুব



১৮ নং চিত্র - গুল ও পঁয়াজ

খাত্ত সঞ্চিত থাকে এবং এই সকল মোটা শব্দ-
পত্রের ডগা মাটির উপর ঘাইয়া সবুজ বর্ণ ধারণ
কবে, তাহাবাই আমাদের চোখে পড়ে।

কন্দ সাধারণত তিন প্রকারের—(ক)

আবৃতকন্দ (Tunicated bulb)। ইহাব শব্দ
পত্রগুলি একটি আর একটিকে এমন ভাবে

জড়াইয়া আড়াল কবিয়া বাগে বে ভিতবেবটিকে দেখা যায় না। বাহিরের শব্দ-
পত্রগুলি ভিতবেব গুলি অপেক্ষা পাতলা। পঁয়াজ, বস্তন ইহাদের দৃষ্টান্ত।

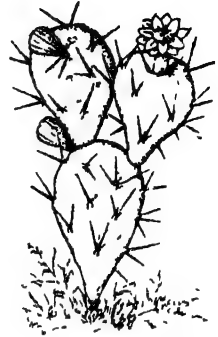
(খ) লম্বকন্দ (Scale বা Imbricate bulb) ইহাদের কাণ্ডেব গায়ে
পাতাব বোটাগুলি একটির পব একটি লাগিয়া থাকে মাত্র এবং কেহ কাহাকেও
চাকিয়া বাগেনা, পদ্ম, শালুক ইহাদের দৃষ্টান্ত।

(গ) উপকন্দ (Pseudo bulb) যে সব কন্দের পাবগুলি স্থায়ী হয়
তাহাদিগকে উপকন্দ বলা। উদাহরণ—বান্স, মানকচু ইত্যাদি।

কাণ্ডেব প্রধান কার্য ইহাব সর্বাঙ্গ বস ও খাত্ত সবববাহ কবা, সবুজ পত্র ধারণ
কবা—যাহাতে সকল পত্রগুলিই অতি সহজে স্থানলোক পাইতে পাবে, এবং
পত্রে প্রস্তুত খাত্ত বিভিন্ন অংশে প্রেবণ কবা। কিন্তু অনেক সময় রূপান্তর পবিগ্রহ
করিয়া ইহাবা অল্পবিধ কার্যও কবিয়া থাকে। কুমড়া ও কুমকা লতাব আকর্ষ
এইরূপ কাণ্ডেব রূপান্তর। এই আকর্ষ সাহায্যে ইহারা অল্প একটি শব্দ আশ্রয়কে
জড়াইয়া থাকে। বেলেব কাঁটাও রূপান্তরিত কাণ্ড; ইহা দ্বাবা বেলেগাছ শত্রুব
আক্রমণ হইতে আপনাকে রক্ষা কবে। ফণীমনসাব কাণ্ড চেপ্টা হইয়া যাওয়ায়
পাতাব কার্য করিয়া থাকে।

মাটির নিচে আদা, হলুদ, গুল, পঁয়াজ, আলু প্রভৃতি খাত্ত সঞ্চয়
কবিয়া রাখে, গোলাপ, বেলেবুলেব গাছ, হাসনা হেনা প্রভৃতির কাণ্ড বংশ
রক্ষিও করে।

গাছ পাতা দিয়া আহাৰ্য প্রস্তুত করিয়া দেহেব সৰ্বত্র সঞ্চালিত কৰে। তাহা হইলে নিশ্চয় ইহাদের দেহে খাণ্ড সঞ্চালনেব দুই বকম পথ আছে। একরকম পথ দিয়া পত্র হইতে খাণ্ড আসিয়া সৰ্ব দেহে সঞ্চালিত হয়। এই পথ গুলিকে ফ্লোয়েম (Phloem) বলে। অন্য রকম পথ দিয়া মূল হইতে খাণ্ড উদ্ভিদেব সৰ্ব শরীবে ছড়াইয়া পড়ে। ইহাদিগকে জাইলেম (Xylem) বলে। যে কোন একটি নবম গাছেব—এব কচুগাছেব শিকড়েব দিক কাটিয়া রঙিন জল ডুবাইলে পাতাগুলি শিবা পযন্ত বড়িন হইয়া উঠে। পাত্রেব বড়িন জল ঐ জাইলেম দিয়া শরীবেব সৰ্বত্র ছড়াইয়া পড়ে। ইহাতে জাইলেমেব অস্তিত্ব বুঝা যায়।



১৯ নং চিত্র—বগীচনসা

বীজ পত্রেব পাথক্যে উদ্ভিদেব কাণ্ডেব যে পার্থক্য সচবাচব পৰিলক্ষিত হয় তাহা নিম্ন দেখান হইল।

একবীজপত্রী

- ১। কাণ্ডে শাখা প্রায় হয় না।
- ২। আগাগোড়া প্রায় সগুন মোটা হয়।
- ৩। অপেক্ষাকৃত বড় পাতা হয়।

দ্বিবীজপত্রী

- কাণ্ডে শাখা প্রায়ই থাকে।
- আগা সৰ ও গোড়া মোটা হয়।
- পাতা সাধাবণত খুব ছোট এবং সংখ্যার অধিকতর হয়।

পত্র

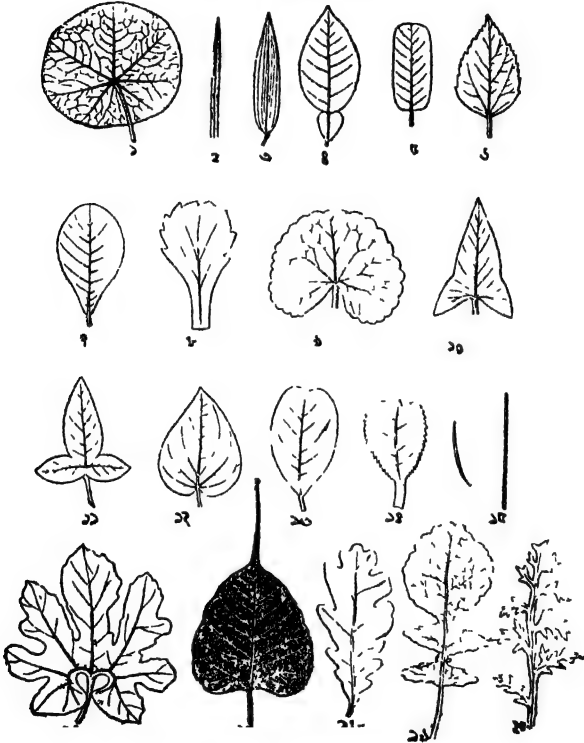
গাছেব পাতা কাণ্ড, শাখা বা প্রশাখাৰ পার্শ্ব হইতে বাহিৰ হইয়া সৰ্বেব দিকে ইহাদের অধিকতর অংশ প্রসাৰিত কৰিয়া থাকে। সাধাবণত অবিকাংশ পাতা সবুজ বর্ণের পাতলা এবং চওড়া পাত্রেব আয়। একটি পৰিপূর্ণ পাতাৰ সাধাবণত তিনটি অংশ যথা :—ফলক (Blade), বৃন্ত (Stalk বা Petiole)

এবং বৃন্তমূল (Base)। যে অংশ ঠিক কাণ্ডের সহিত লাগিয়া থাকে তাহা বৃন্তের অপরাংশ অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর হইলেও কিছু মূল। এই অংশকে (১) বৃন্তমূল (Base) বলা হয়। ফলকের ও বৃন্তমূলের মধ্যবর্তী অংশ (২) বৃন্ত (Petiole)। সকল সময়ে সকল পত্রে বৃন্ত নির্ধারণ করা যায় না—মটরেব গাঁটে যে পাতা হয় তাহাব ঠিক বৃন্ত বুঝা যায় না। কলাগাছ প্রভৃতির বৃন্তমূল ও খুঁজিয়া বাহিব কবা কঠিন। পত্রের সর্বাধিক অংশ সাধারণত পাতলা ও চওড়া হয়, ইহাই (৩) পত্র ফলক। এতদ্ভিন্ন চিত্রে একটি পত্রের (৪) মধ্য-শিরা (৫), সাধারণ-শিরা (৬) কিনারা ও (৭) পত্র-শীর্ষ দেখান হইল। ক একটি পার্শ্বমুকুল এবং খ একটী সন্ধি।



২০ নং চিত্রে—পত্রের বিভিন্ন অংশ পত্র ফলকেব আকার, শীর্ষ এবং কিনারাগুলি আবার বহুবিধ হইয়া থাকে। ঝাউ, বন ঝাউ, পাইন প্রভৃতি গাছেব পাতার সন্ধে পদ্ম পাতা বা কলা পাতার তুলনা করিলে একটিকে পত্র বলিলে অপরটিকে আর পত্র বলিয়া মনে হয়না। অথচ প্রকৃত পক্ষে তাহাবা সকলেই পাতা। ধালকুড় ও পদ্ম পাতাব শীর্ষগুলি কেমন গোল। কিন্তু পান, কলমি বা কচু পাতার অগ্রভাগ কেমন সূচাল। অথবা পাতাব অগ্রভাগ আবার ইহাদেব অপেক্ষা কেমন সূচাল হইয়া খানিকটা বাড়িয়া গিয়াছে। কাঞ্চন পাতা আবার ঠিক বিপরীত। দেবদারু পাতার কিনারাগুলি কেমন চেউ-খেলান, আমগাছেব পাতা কেমন নিটোল, আনারসের পাতা কাঁটায়ুক্ত, অথচ জবা পাতার কিনারা কেমন কাটা কাটা। ২১ নং চিত্রে কয়েকটি বিশেষ বিশেষ আকারের পাতা দেখান হইল। ধান গাছের মত লম্বা ফলক পাতাকে লম্বা (Linear) পত্র, বট পাতার মত আকৃতি বিশিষ্ট পাতাকে

ডিম্বাকৃতি (Egg-shaped বা Ovate), পানকে হরতলাকৃতি (Hart shaped), খালকুড়ের বা কাঞ্চন পাতাকে বৃদ্ধাকৃতি (Kidney shaped বা Reniform), লাউকুমড়ার পাতাকে হংসপদাকৃতি (Crisped), কচু পাতার



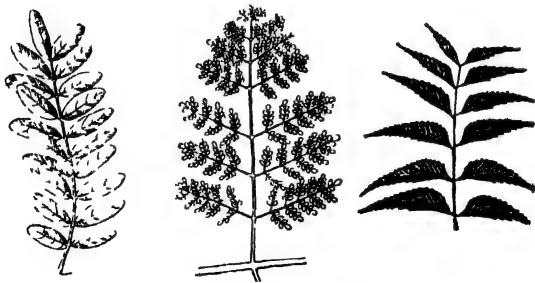
২১ নং চিত্র—বিভিন্ন রকমের পাতা

ভ্রায় পাতাকে বাণাকৃতি (Sagitate), আম জামের পাতাকে বল্লমাকৃতি (Lanceolate), পাইন গাছের পাতাকে সূচাগ্র (Ocular), পদ্মপাতাকে

চক্রপত্র (Round leaf) বলা হয়। হাতের চোটোর মত পাতা, যথা :—সিমুল ভেরেণ্ডা প্রভৃতির পাতাকে **হস্তাকৃতি** (Palmate) পাতা বলে।

পাতার ডগা (Apex) হিসাবেও ইহাদিগকে বিভিন্ন শ্রেণীতে ফেলা হয়। খেজুর ও পাটন পাতার ডগা সূচের মত তাই ইহা **সূচাগ্র** (Mucronate) অথবা **দীর্ঘশীর্ষ** (Accuminate), আর, জাম পাতা **তীক্ষ্ণাগ্র** (Accute) ইত্যাদি।

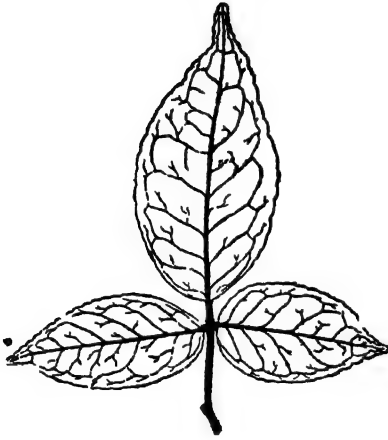
বৃন্ত বা কাণ্ডে কিংবা শাখা প্রশাখায় পত্রবিহীন কত বিভিন্ন বকমের দেখা যায়। কলাগাছে পাতা, কাণ্ডে যেমন ভাবে লাগিয়া থাকে আমগাছে পাতা ঠিক সেরূপ ভাবে থাকে না। জবা গাছে প্রতি গাঁটে বিপবীত দিকে পত্র বাহিব হয়, বঙ্গন গাছে একটি গাঁটে দুটি পাতা বিপবীত দিকে নির্গত হয় এবং কববী গাছে প্রত্যেক গাঁটে কেমন দুবিধা দুবিধা পাতা বাহিব হয়। একটু লক্ষ্য করিলে বুঝিতে পারিবে যে গাছে একটি গাঁটে যত বেশী পাতা বাহিব হয়, পাতা আকারে তত ছোট হয়।



২২ নং চিত্র—তেঁতুল, সজনা ও নিম পাতা

আমের একটি বৃন্তে মাত্র একটি পাতা থাকে কিন্তু বেল, গোলাপ, নিম তেঁতুল প্রভৃতি গাছে একটি বৃন্তে একাধিক পত্র থাকে—কখনও ছোট সংখ্যক কখনও বিশোড় সংখ্যক। নিম, গোলাপ, বেলের একাধিক বিশোড় সংখ্যক

পত্র একটি বৃন্তে থাকে। কিন্তু তেঁতুল, কুম্ভচূড়া প্রভৃতির বৃন্তে জোড় সংখ্যক



২৩ নং চিত্র—বেলপাতা

পত্র থাকে। যে সকল গাছের একটি বৃন্তে একটি পাতা হয় তাহাদের পাতাগুলি **সরলপত্র** (Simple leaf) এবং একটি বৃন্তে একাধিক পত্র থাকিলে তাহাকে **যুক্তপত্র** (Compound leaf) বলা হয়। আম, কাঁটাল প্রভৃতির পাতা সরলপত্র, কিন্তু নিম, শিমূল, গোলাপ, তেঁতুল, শজন প্রভৃতিব যুক্ত পত্র। এইরূপ এক একটি যুক্তপত্রের ফলককে **অনুফলক** (Leaflet) বলে। এক একটি

অনুফলককে পৃথক কবিলে এক একটি পত্রের মত দেখায়।

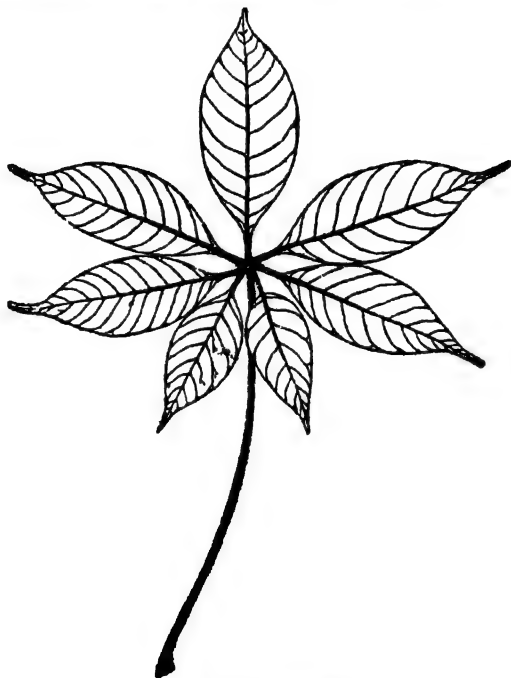
আকৃতি অনুসারে পত্রে শিবাবিভাগ কত বিভিন্ন বকমেব হইয়া থাকে। কখনও একটি পাতায় একটি প্রধান শিবা, কখনও বা একাধিক প্রধান শিবা থাকে। ইহা ছাড়া প্রত্যেক পাতায় অসংখ্য সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম শিরাও থাকে। আম, জাম, কাঁটাল প্রভৃতিব একটি **মধ্যশিরা** (Mid-rib) হইতে আবাব সূক্ষ্মতর শিবা এবং সে গুলি হইতে আবও কত সূক্ষ্মতর শিবা চারিদিকে জালের মত ছড়াইয়া আছে। ইহার জাল শিরা। বাণ, আনারস, আখ, ধান প্রভৃতিব



২৪ নং চিত্র—গোলাপ পাতা

পাতার শিরাগুলি এরূপ নহে। ইহাদের মধ্যশিবা বলিয়া কিছু নাই—সব শিরাগুলি

সমান অথচ প্রায় সমান্তরাল (Parallel)। সমান্তরাল শিবা দুই বক্ষ্ম-
কলাপাতার শিবা সমান্তরাল পালক শিবা (Parallel pinnate), আর-
বীশ ইত্যাদির পাতার শিবা, সমান্তরাল করতল (Parallel palmate)
শিবা। লাউ কুমড়ার শিবা জাল করতল শিবা (Reticulate palmate)।



২৫ নং চিত্র—শিমুল পাতা

এই শিব্যর উক্ত পাতা শক্ত হয়। অস্থখ পাতা পচিয়া গেলেও ইহার শিবা-
গুলি কেমন জালেব মত দেখিতে হয় তাহা তোমাদের অনেকেই দেখিয়া থাকিবে।
তাহা হইলে শিবাগুলি পাতার অন্ত অংশ হইতে শক্ত বলিয়া ইহা পাতাকেও শক্ত

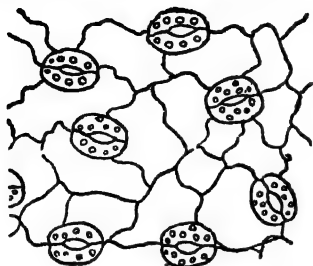
কিবে। এই শিরার জগুই কোন পাতাকে ইচ্ছামত যে কোন দিক হইতে সহজে ছিঁড়িয়া ফেলা যায় না। ইহা ছাড়া এই সকল শিবা দিয়া উদ্ভিদ পাতায় প্রস্তুত খাদ্য দেহেব অন্ত্র পাঠাইয়া দেয় এবং মূল দ্বারা আহৃত খাদ্যও এই শিবা সকল দিয়া পাতা পর্যন্ত ছড়াইয়া দেয়।



২৬ নং চিত্র—ভেবেণা পাতা।

প্রায় সকল পাতারই উপর দিক অর্থাৎ যে দিক সূর্যেব দিকে থাকে তাহা ময়ূণ এবং নিচেব দিক অপেক্ষাকৃত খসখসে। পাতার নিচের দিকে অসংখ্য, ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র রন্ধু থাকে তাহাদের নাম ষ্টোমা (Stoma)। এই ষ্টোমাই ইহাদের ব্লাসিকার কার্য চালায়—অবশ্য গাছের প্রত্যেক কোষ দিয়া শ্বাস কার্য চলিতে

পারে। ষ্টোমাগুলি বন্ধ হইয়া গেলে শ্বাসপ্রশ্বাসেব কষ্ট হয়—অবশেষে গাছ



২৭ নং চিত্র—ষ্টোমা

নিশ্বেজ হইয়া মরিয়া যাইতে পারে। তাই পাতায় ধূলা কাদা লাগিলে পাতা-গুলি ধুইয়া দেওয়া উচিত। আমাদের দেহের লোমকূপেব মতই ষ্টোমাগুলি অতিকুদ্র—খালি চোখে দেখা যায় না। অণুবীক্ষণ যন্ত্রে ইহাদিগকে দেখিতে পাওয়া যায়।

ষ্টোমাব দুই পাশে দুইটি কোষ থাকে তাহাবা সূর্যালোকে প্রসারিত অথবা তাহাব অভাবে সঙ্কুচিত হইয়া ষ্টোমাব আয়তন যথাক্রমে বাড়াইতে ও কমাতে পাবে বলিয়া ইহাদিগকে **রক্ষীকোষ** (Guard cell) বলা হয়। রক্ষী কোষেব মধ্যে নিউক্লিয়াস ও এক প্রকাব সবুজ কণা থাকে। সবুজ কণাগুলিকে **পত্র-হরিৎ** (Chlorophyll) বলা হয়।

পাতাব প্রধান কাজ তিনটি—(১) অঙ্গাব আশ্বকরণ (Carbon assimilation) বা আলোক সংশ্লেষ (Photo Synthesis), (২) শ্বাসকাৰ্য (Respiration) ও (৩) প্রস্বেদন (Transpiration)।

অঙ্গাব আশ্বকরণ প্রক্রিয়াটিকে বন্ধনেব সহিত তুলনা কবা যাইতে পাবে। পূর্বে বলা হইয়াছে মূল দিয়া গাছ আহাৰ্যেব কাঁচা মাল বস সংগ্রহ কবিয়া কাণ্ড মধ্যস্থ নালী এবং পত্রের শিবা দিয়া পত্রে ছড়াইয়া দেয়। এইখানে ষ্টোমা দিয়া পাতাগুলি বায়ু হইতে কার্বন ডাই অক্সাইড সংগ্রহ কবে এবং রক্ষী কোষের দ্বারা সূর্যালোক টানিয়া লয়। সূর্যালোক এবং ক্লোরোফিলেব বর্তমানে রস ও কার্বন-ডাই-অক্সাইডে যে বাসায়নিক ক্রিয়া ঘটে তাহাব ফলে ফরম্যালডিহাইড (Formaldehyde) নামক পদার্থ ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। অক্সিজেন রক্ত পথে নির্গত হইয়া যায়। ফরম্যালডিহাইড শর্কবায় পরিণত হয় ও জীবিত কোষ পুষ্ট কবিবার জন্ত দেহেব বিভিন্ন অংশে প্রেরিত হয়। বাকি ফরম্যালডিহাইড

প্রোটোপ্লাজম সাহায্যে খেতসারে পরিবর্তিত হয়। রাতে ঐ খেতসার কিছু পুনরায় শর্করায় পরিবর্তিত হয় এবং বিপরীত প্রক্রিয়া চলে।

তাহা হইলে এখানে যদি পাতাকে উদ্ভিদেব রন্ধন শালা ধবা হয় তবে ষ্টোমাগুলি উহার জানালা, সূর্যালোক আশ্রয়, ক্লোরোফিল বাঁধনী এবং রস ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড খাওয়ার উপকরণ।

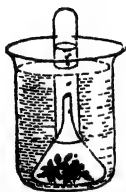
শশা, ডুমুর, কুমড়া প্রভৃতির পাতায় দেখিয়াছ কেমন ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র গুঁয়া থাকে। অথচ আম, জাম, কাঁটাল, অশ্বথ, বটের পাতা কত মসৃণ। এই গুঁয়া থাকায় ইহার শত্রুব হাত হইতে আশ্রয় পাবে। বিছুটির গুঁয়া কিরূপ যন্ত্রণাদায়ক তোমরা অনেকেই জান। আনাবস, দ্বতকুমারী প্রভৃতির পাতার কাঁটাও আশ্রয়কার পক্ষে বিশেষ উপযোগী। অনেক সময় পাতার বসণ গাছকে শত্রুর আক্রমণ হইতে রক্ষা করে। লেবু, কালমেঘ প্রভৃতির পাতা এ জন্ত উল্লেখযোগ্য। গাঁদাল পাতার তীব্র গন্ধেও ইহার নিকটে শত্রু আসিতে পাবে না। ওল, কচু প্রভৃতির পাতা এত কুটকুটে যে মাছষেব গায়েব চামডায় ইহাদের বস লাগিলে গা পৰ্বন্ত কুটকুট করে।

পাতা রপাস্তবিত হইয়া অল্প অনেক কাজ করিয়া থাকে। ফণীয়নসা গাছেব কাঁটাগুলি ইহার রপাস্তবিত পাতা ছাড়া আর কিছুই নয়—ইহাব দ্বাবা ইহাবা আশ্রয় পাবে। মটর গাছেব আকর্ষ পাতার রপাস্তব, ইহাদ্বাবা ইহাবা আশ্রয়কে আঁকড়াইয়া ধরে। কাঁকিৰ পাতায় পোকা মাকড ধবিবাব ফাঁদের বন্দোবস্ত আছে। পাথৰ কুঁচিব পাতায় চারা জন্মায়।



পত্রহরিং সূর্য্যকিবণেব সাহায্যে কার্বন-ডাই-অক্সাইড হইতে কার্বনটুকু গ্রহণ করিয়া সংগৃহীত রসেব সাহায্যে গাছেব দেহ পুষ্ট করে এবং অক্সিজেন- ২৮ নং চিত্র—মটরের আকর্ষ বাস্প বায়ুতে ছাড়িয়া দেয়। উদ্ভিদ যে কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্রহণ করিয়া অক্সিজেন ত্যাগ কৰে, তাহা নিম্নলিখিত পরীক্ষা হইতে বুঝা যায়।

একটি বড় কাচের পাত্রে কিছু সবুজ শেওলা রাখিয়া উহার উপর একটি কাচের ফানেল উপুড় করিয়া দাও। কাচের পাত্রটি কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প মিশ্রিত জল (বাক্সারের সোডা ওয়াটার) দিয়া প্রায় পূর্ণ করিয়া দাও, যেন ফানেলটি সম্পূর্ণ ভাবে ঐ জলে ডুবিয়া থাকে। পরে একটি জলপূর্ণ পরখ-নলী ফানেলের নলের উপর এরূপভাবে বসাইয়া দাও, যেন ইহাতে কোনরূপে বাতাস না প্রবেশ করে। পাত্রটিকে এই অবস্থায় কয়েক ঘণ্টা বোজে রাখিয়া দাও। পরে



২২ নং চিত্র—উদ্ভিদ ও
বায়ু

দেখিতে পাইবে যে, শেওলা হইতে বৃহদ্বাক্ত বাহির হইয়া পরখ-নলীর ভিতর জমিতেছে এবং উক্ত নলীর জল নিচে নামিয়া যাইতেছে (২২ নং চিত্র)। পরখ-নলীটি এরূপে বায়ুপূর্ণ হইলে নলীর মুখ আবদ্ধ দিয়া বন্ধ করিয়া উহাকে বাহিরে আন। উহার মধ্যে একটি নির্বাণিত-প্রায় দেশালাই কাঠি ফেলিয়া দিলেই তাহা উজ্জ্বল হইয়া জলিবে। অতএব পরখ-নলীর মধ্যস্থিত বায়ু অক্সিজেন ভিন্ন আব কিছু নহে।

তাহা হইলে পত্রগুলি বৃহদ্বাক্তে অক্সিজেন ত্যাগ করিতেছিল।

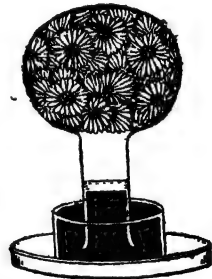
অন্ধকার স্থানে এই পরীক্ষা করিলে এরূপ কোনও বৃহদ্বাক্ত উঠে না। অর্থাৎ যে ক্রিয়ায় উদ্ভিদ বায়ুস্থ কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ বাষ্পের কার্বন গ্রহণ কবত অক্সিজেন ছাড়িয়া দিয়া কার্বনাংশের দ্বারা স্বীয় দেহ পুষ্ট কবে, তাহা সূর্যের আলো ও তাপ ব্যতীত হইতেই পাবে না। এইজন্ত সূর্যকিরণ উদ্ভিদ জীবনের পক্ষে নিত্য প্রয়োজনীয়। দেখ, রৌদ্র ও উত্তাপ পাইলে গাছ যেমন সজীব থাকে, অন্ধকারে সেরূপ থাকে না। ঘাসের উপর একটি পাত্র উপুড় করিয়া রাখিলে কয়েক দিন পরে আলো না পাইয়া ঘাসগুলি সাদা হইয়া যাইবে।

প্রাণিগণের গ্রায উদ্ভিদগণের শরীরেও ভাঙ্গাগড়া কার্য নিয়তই চলিতেছে। তাহার ফলে উদ্ভিদগণও কিয়ৎপরিমাণ কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ ত্যাগ কবে। দিবা-ভাগে উদ্ভিদেরা যে পরিমাণ কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ ত্যাগ করে, নিজেদের অঙ্গপুষ্টির জন্ত তাহা অপেক্ষা অনেক বেশী কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ বায়ু হইতে গ্রহণ করত

উহার অক্সিজেন ছাড়িয়া দেয়, কিন্তু বাত্মিকালে সূর্যকিরণের অভাবে এরূপভাবে অক্সিজেন ছাড়িতে পারে না, কেবলমাত্র কার্বন-ডাই-অক্সাইড ত্যাগ কবে। এই জন্য রাত্রে বৃক্ষতলে শয়ন করিলে শরীর অস্বস্থ হইতে পারে।

এখন তোমরা দেখিলে, প্রাণী ও উদ্ভিদ দ্বারা বায়ুস্থ অক্সিজেন ও কার্বন-ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ-সামঞ্জস্য কিরূপে বক্ষিত হইতেছে। প্রাণিগণ অক্সিজেন গ্রহণ কবিয়া কার্বন-ডাই-অক্সাইড বাতাসে ছাড়িয়া দিয়া বায়ুকে সর্বদা দূষিত কবিতোছে, আর উদ্ভিদগণ সূর্যকিরণের সাহায্যে সেই কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্রহণ কবত অক্সিজেন ছাড়িয়া দিয়া বায়ুকে পবিত্রত বাখিতোছে এবং গৃহীত কার্বন দ্বারা স্বীয় শরীরের পুষ্টিসাধন কবিতোছে। এই বিনিময়ের ফলেই প্রাণী ও উদ্ভিদের জীবন রক্ষিত হইতেছে।

গাছের শ্বাসকার্য (Respiration) পরীক্ষা করিবার জন্য একটি ফ্লাস্কে কতকগুলি বোঁটাকাটা টাটকা ফুল ঢুকাইয়া দাও। ফ্লাস্ক উপুড় করিলে ফুলগুলি যেন পড়িয়া না যায়। একটি বড় খালার মত পাত্রেব উপর একটি গভীর পাত্রে কিছু পান দাও। ঐ পাত্রের উপর ফ্লাস্কটি উপুড় কবিয়া দাও। এইবার একটি ববাবেব নলের সাহায্যে থানিকটা কষ্টিক পটাশের ঘন দ্রবণ ফ্লাস্কের মধ্যে প্রবেশ করাইয়া কয়েক ঘণ্টা অপেক্ষা কর। পবে দেখিবে ফ্লাস্কের মধ্যে পান উঠিয়া যাইবে। ফ্লাস্কের মধ্যে পূর্বে যে বায়ু ছিল তাহা হইতে ফুল অক্সিজেন গ্রহণ কবিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড ত্যাগ করে, কিন্তু কষ্টিক পটাশ দ্রবণ ঐ কার্বন-ডাই-অক্সাইড শোষণ করায় পান ভিতরে উঠিয়া যায়। মনে রাখিও উদ্ভিদ দিনের বেলায় অক্সিজেন ত্যাগ কবে ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড টানিয়া লয় কিন্তু রাত্রে ইহার বিপরীত প্রক্রিয়া চলে। টোমা দ্বারা উদ্ভিদগণ কার্বন-ডাই-অক্সাইড পাতার ভিতরে টানিয়া লয়।



৩০ নং চিত্র—পাতার শ্বাসকার্য

প্রশ্বাসদান (Transpiration)—গাছের পাতা আরও একটি কাজ করিয়া

থাকে। শিকড় দিয়া খাদ্য গ্রহণ কালে ইহারা মাটি হইতে প্রয়োজনাত্মিক জল টানিয়া লয়। পবে পাতার সাহায্যে উহাকে বাষ্পীভূত অবস্থায় বায়ু মণ্ডলে ছাড়িয়া দেয়।

একটি ছোট গাছের চাবাব গোড়াব দিক একটি ববারেব চাদরের ভিতর ঢুকাইয়া গোড়াটি একটি ছোট গামলায় বন্ধিত মাটিতে পুতিয়া দাও। কয়েক



৩১ নং চিত্র—প্রশ্বেদন

দিন পবে গাছটি লাগিয়া গেলে ববারেব চাদরটি গামলায় দড়ি বা সূতা দিয়া বাঁধ। যদি ববারেব ছিদ্র বড় হওয়ায় গাছের পাশে ববারেব চাদরের মধ্যে কাঁক থাকিয়া যায় তবে তুল্য দিয়া বন্ধ কর। পবে একটি বড় কাচের প্লেটেব উপর গামলাটি রাখিয়া গাছ ও গামলাকে একটি বড় বেলজাবে চাপা দিয়া রাখিয়া দাও। পবদিন দেখিবে বেলজাবেব গায়ে জল বিন্দু জমিয়া যাওয়ায় বেলজাবেব কাচ ভেদে হইয়া উঠিয়াছে। ঐ জলবিন্দু নিশ্চয়ই ঐ গাছটির পাতা হইতে নির্গত হইয়াছে। ইহাকে গাছের প্রশ্বেদন প্রক্রিয়া বলে। যদি মাটি হইতে কোন জলীয় বাষ্প উঠিয়া থাকে তবে তাহা ববারেব ভিতর আটকাইয়া যাইবে।

কলস উদ্ভিদ (Pitcher plant) নামে এক প্রকাব গাছের পাতার মধ্যশিবা সূতার মত লম্বা হইয়া শীর্ষে একটি কলসীৰ মত পাত্রেব আকার ধারণ করে। পাত্রটির মধ্যে মিষ্ট বস থাকে এবং উহাব মুখ রঙিন আবরণ দ্বারা ঢাকা থাকে। কীট পতঙ্গ লোভে পড়িয়া ঐ বস পান করিতে আসিলে উহারা পাত্রেব মধ্যে পিছলাইয়া পড়ে এবং প্রাণ হারায়। তখন ঐ কলসের এক প্রকার বস নির্গত হয়, উহা কীট পতঙ্গদ্বিগকে জীর্ণ করিয়া ফেলে এবং উদ্ভিদ ঐ পতঙ্গের দেহ হইতে নাইট্রোজেন সংগ্রহ করে। এইরূপ উদ্ভিদদ্বিগকে **পতঙ্গভুক** (Insectivorous) বলে। আমাদের দেশের পুকুরেব এক প্রকার বাঁধি অল্পরূপ উপায়ে নাইট্রোজেন সংগ্রহ করে।

ফুল

আমাদের দেশে সাধারণত শরৎ এবং বসন্ত কালে অনেক রকমের ফুল ফুটিয়া থাকে। গাছ যখন বেশ সবল ও পরিপুষ্ট হইয়া উঠে তখন নিদিষ্ট ঋতুতে নিদিষ্ট গাছে ফুলের কুঁড়ি দেখা দেয়। কিন্তু এমন অনেক গাছ আছে যাহাতে বাব মাস ফুল ফুটে। ফুলের স্বগন্ধ এবং সৌন্দর্য আমাদিগকে আকৃষ্ট কবে। ফুল বিবাহতাব এক অপূর্ব সৃষ্টি। ইহার দ্বায় মনোমুগ্ধকর স্নন্দর জিনিষ ভগতে আর নাই। ফুলের সৌন্দর্য পাপড়িতে। বিচিত্র বর্ণ সম্পদে সজ্জিত হইয়া কুঁড়ি হইতে যখন পাপড়িগুলি আত্মপ্রকাশ কবে তখন কেবল মাহুষ নহে কত ইতর প্রাণীও আকৃষ্ট হইয়া মুগ্ধভাবে ইহাব পাশে ঘূবিয়া বেড়ায়।

একটি বোঁটা হইতে কোন প্রকার গাছে একটি ফুল হয় আবার কোন প্রকার গাছে একটি বোঁটা হইতে বহু ফুল ধরে। শেষোক্ত প্রকারের ফুলের সমগ্র বোঁটাকে **মঞ্জরী** (Inflorescence) বলে।

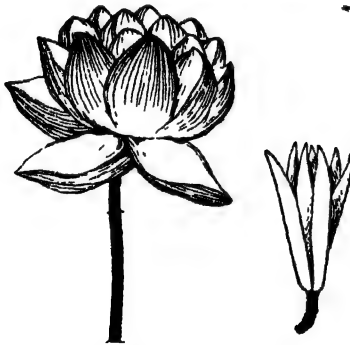
একটি ফুল লইয়া পর্যবেক্ষণ করিলে বুঝা যাইবে কেবল মাত্র পাপড়িই ফুলের সমস্ত অংশ নহে। একটি ফুলের সাধারণত চারিটি অংশ, যথা :— (১) **কুণ্ড** বা **বৃত্ত্যংশ** (Sepal), এবং **কুণ্ডসমষ্টি** বা **বৃত্তি** (Calyx), (২) **পাপড়ি** (Petal) এবং পাপড়ির সমষ্টি **অন্তরাবরণ** বা **পুষ্প মুকুট** (Corolla), (৩) **পরাগ কেশর** বা **পুং কেশর** (Stamen) ও (৪) **গর্ভকেশর** বা **স্ত্রী কেশর** (Carpel)।

একটি ফুলের বোঁটা ধরিয়া উপর দিকে ধবিলে ফুলের সবচেয়ে নিচের অংশটি অর্থাৎ ঠিক বোঁটার উপরকার অংশটিই বৃত্তি। ইহার বর্ণ সাধারণত সবুজ। যখন ইহাবা খণ্ডে খণ্ডে বিভক্ত থাকে তখন এক একটি খণ্ডকে **বৃত্ত্যংশ** (Sepal) বলে। যখন ফুল কুঁড়ি অবস্থায় থাকে তখন এই বৃত্তিরূপ কোঁটার মধ্যে সমগ্র ফুলটি আপনাকে গুটাইয়া আত্ম গোপন করিয়া থাকে। তখন ফুলের মনোহাবিষ বা নূতন বর্ণ থাকে না। যত দিন যায় তত বৃত্তির মুখ ফাটিয়া যায় এবং ফুলের পাপড়ি বাহির হয় এবং বর্ণ সম্পদে ও সৌরভে সমৃদ্ধ হইয়া উঠে। বহু ফুলের বোঁটা ও বৃত্তির সংযোগ স্থলে ছোট ছোট পাতার মত এক প্রকার অংশ দেখিতে

পাওয়া যায়—ইহাদের বর্ণ সাধারণত বৃত্তির বর্ণের ত্রায়। ইহাদিগকে **বৃন্তপত্র** (Bract) বলে।

লক্ষ্য করিলে দেখিবে একটি জবা ফুলের ঠিক বোটার উপরেই খুব ছোট কতগুলি পাতার মত জিনিষ ছড়াইয়া আছে; ইহা বৃন্তপত্র। ইহাদের উপর হইতে ফুলের আরম্ভ। ইহার উপর সবুজ বর্ণের একটি বাটির মত জিনিষ থাকে যাহার ভিতর কুঁড়ি অবস্থায় ফুল ঢাকা থাকে। কাল ক্রমে এই বাটি কাটিয়া গেলে বিভিন্ন পাপড়ি বাহির হয়; ইহাই জবা ফুলের বৃত্তি।

বৃত্তির পরেই ফুলের (২) **পাপড়ি** (Petal), বা পাপড়ির সমষ্টি **অন্তরাবরণ** বা **পুষ্প মুকুট** (Corolla)। পাপড়িগুলি কখনও কাটা কাটা হয়, কখন কখন একসঙ্গে যুক্ত হইয়া বৃত্তির মত একটি হইয়া থাকে। কাটা কাটা এক একটি অংশকে **পাপড়ি** (Petal) এবং উহাদের সমষ্টিকে **দল** বা **পুষ্প মুকুট** (Corolla) বলে। ফুলের এই অংশই সর্বাপেক্ষা স্নন্দর। বর্ণ সম্পদষ্ট বল আব



৩২ নং চিত্র—পদ্ম ও চাপা

দেখায়। জবা এবং মালতী ফুলে পাঁচটি, সরিষা ফুলে চারিটি, আভা ও কাঁটাল ফুলে তিনটি করিয়া পাপড়ি থাকে। আবার গোলাপ ফুলে এক থাকে পাঁচটি করিয়া দুই তিন থাক এবং চাপা ফুলে তিনটি করিয়া দুই থাক পাপড়ি সাঙ্গান

সৌভাই বল, সকলই পাপড়িতে। দিনের বেলায় যে সকল ফুল ফুটে, তাহাদের বর্ণ সাধারণত শাদা হইলেও উহাদের গন্ধ তীব্র। কখন কখন পাপড়িগুলি এক স্তরে কখনও বা বহুস্তরে সজ্জিত থাকে। ক্লষ্ণচাঁদা ফুলের পাপড়ি এক থাক কাটা কাটা, কিন্তু ধূতবা, কলকে প্রভৃতি ফুলের এক থাক পাপড়ি একসঙ্গে সংযুক্ত হইয়া তামাক খাইবার কলিকার মত

থাকে। পদ্মে ঐরূপ অনেকগুলি পাপড়ি থাক থাক সাজান আছে, তাই পদ্মের আব এক নাম শতদল।

ফুলের তৃতীয় স্তবক (৩) **পুং কেশরচক্র (Androecium)**। পাপড়ির পর ফুলের ভিতরে লম্বা তাবের মত কতকগুলি জিনিষ দেখা যায়, তাহাদের নাম **পুং কেশর (Stamen)**। ইহাদের মাথায় একটি কয়িয়া চ্যাপ্টা থলি থাকে, তাহাতে হলুদ বড়ের ফুলের **রেণু বা পরাগ (Pollen)** থাকে। থলিটিকে **পর্যাককোষ (Anther)** বলা হয়। তাহা হইলে প্রত্যেক পুং কেশরের দুইটি অংশ। নিচের সূত্রাকার অংশের নাম **সূত্র (Filament)** এবং উপরের অংশ **পর্যাককোষ**।

সর্বশেষে ফুলের অন্তরতম প্রদেশে থাকে (৪) **গর্ভকেশর চক্র (Gynacoeum)**, ফুলের ভিতরে ইহাব এক একটি অংশকে বলে **গর্ভকেশর (Carpel)**। গর্ভকেশরের সর্ব নিম্নে স্থীত অংশকে **গর্ভকোষ** বলে। এই গর্ভকোষের সাক উপর দিকে একটি সৰু নল সংযুক্ত থাকে, তাহাকে **গর্ভ দণ্ড (Style)** এবং এই গর্ভদণ্ডের শীর্ষদেশকে **গর্ভমুণ্ড (Stigma)** বলা হয়। গর্ভকোষের ভিতর থাকে **ডিম্বকোষ (Ovule)** এবং তাহাব ভিতর থাকে **ডিম্বক (Ovum)**। গর্ভকোষ ধীরে ধীরে বাড়িয়া ফলের আকার ধারণ করিতে থাকিলে এদিকে ফুলের অগ্র অংশ শুকাইয়া যাইতে থাকে, শেষে পাপড়ি ও কেশবগুলি নিশ্চিহ্ন হইয়া যায়। গর্ভকোষ, গর্ভদণ্ড ও গর্ভমুণ্ড



৩৩ নং চিত্র—মাঝামাঝি কাটা জবাফুল

লইয়াই ফুলের গর্ভকেশর। ৩১ নং চিত্রে একটি মাঝামাঝি কাটা জবাফুলের বিভিন্ন অংশ দেখ—(১) পর্যাককেশর, (২) পর্যাককোষ, (৩) পাপড়ি, (৪) গর্ভদণ্ড, (৫) স্থিতি (৬) গর্ভকোষ ও (৭) বৃন্তপত্র।

সকল পুষ্পে পূর্বোক্ত চারিটি অংশ সুপরিষ্কৃত নহে। যাহাদের এই চারিটি অংশ আছে তাহাদিগকে **পূর্ণাঙ্গ** (Regular) এবং যাহাদের এই চারিটি অংশের সকলগুলিই সুপরিষ্কৃত নয় তাহাদিগকে **অপূর্ণাঙ্গ** (Irregular) ফুল বলে।

মুতুবা, গোলাপ, বেল প্রভৃতি পূর্ণাঙ্গ পুষ্প, কিন্তু লাউ কুমড়া, ঝিন্বে, শশা তরমুজ, ফুটি, তাল, পেঁপে প্রভৃতি ফুলে তিনটি অংশ দেখা যায়। কোন কোনটির পুং কেশব থাকে, কিন্তু গর্ভকেশব থাকে না, আর যেটির গর্ভ-কেশব থাকে তাহাব পুংকেশব থাকে না। ইহাদিগকে **এক-লিঙ্গ** (Unisexual) ফুল বলে।



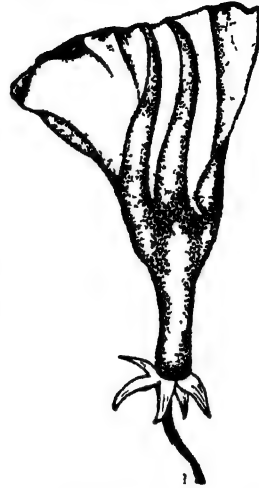
৩৪ নং চিত্র—কুমড়ার স্ত্রী-পুংপুষ্প

ফুলের মধ্যে সে হিসাবে স্ত্রী ও পুরুষ ভেদ আছে। **স্ত্রী-পুষ্প** (Female flower) হইতে ফল জন্মায়, কিন্তু **পুরুষ-পুষ্প** (Male flower) হইতে ফল জন্মায় না। আবার এমন ফুলও আছে যাহাব মধ্যে পুং-কেশব এবং গর্ভ-কেশব দুইই থাকে, তাহাদিগকে **উভলিঙ্গ** (Hermaphrodite বা bisexual) ফুল বলে। তাল, খেজুর, পেঁপে প্রভৃতি এমন গাছ আছে

সাধারণত যাহাদের যে গাছে স্ত্রীপুষ্প হয় সে গাছে পুরুষ পুষ্প জন্মায় না এবং যে গাছে পুরুষ পুষ্প জন্মায় সে গাছে স্ত্রী পুষ্প জন্মায় না। এই সকল গাছকে **এক-লিঙ্গ-পুষ্পক** (Dioecious) গাছ বলে; কিন্তু লাউ কুমড়ার একই গাছে দুই রকম ফুল ফুটিয়া থাকে। ইহাদিগকে **উভলিঙ্গ-পুষ্পক** (Monoecious) গাছ বলে। লাউ, কুমড়া, তরমুজ প্রভৃতির স্ত্রী পুষ্পেব একটু বিশেষত্ব দেখা যায়। প্রথম হইতেই ইহাদের স্ত্রী পুষ্পেব বোঁটার উপবেই ফল দেখা যায়। বোঁটার যেস্থানে বৃতি, দল, পুংকেশব ও গর্ভকেশব বসান থাকে তাহাকে

পুষ্পাধার (Thalamus) বলে । কলিকা, ভেবেণ্ডা প্রভৃতি কতকগুলি ফুলের এই স্থানে মধু-গ্রন্থি (Necter) থাকে ।

ফুলের আকৃতি লক্ষ্য কবিতা দেখিলে বেশ বুঝিতে পাবা যায় বিভিন্ন ফুলের আকৃতি বিভিন্ন হইলেও পাতার দ্বারা ইহাদিগকে কয়েকটি শ্রেণীতে ফেলিতে পারা যায় । কাটা কাটা পাপড়ি দিয়া গঠিত ফুলের আকাব সাধারণত দুই প্রকাব—(১) ক্রুশাকৃতি (Cruciform) ও (২) প্রজাপতি আকৃতি (Papilionaceae) । সবিসা, মূলা প্রভৃতিব ফুল দেখিলে বুঝিতে পারিবে ইহাদের পাপড়ি চাবিটি আড়া আড়ি ভাবে অবস্থিত, অনেকটা ক্রুশের মত—তাই ইহাদিগকে প্রথম শ্রেণীভুক্ত করা হইয়াছে । আবার মটর, বক, শক্তনা



৩৫ নং চিত্র—বলিকা ফুল



৩৬ নং চিত্র—রজনী পদ্ম

প্রভৃতি ফুল পাঁচটি পাপড়ি একটি চলন্ত পাল তোলা নোকা অথবা উড্ডত প্রজাপতির আকাবে অবস্থিত বলিয়া ইহাদিগকে দ্বিতীয় শ্রেণীভুক্ত করা হইয়াছে । ইহাদের সবচেয়ে বড় পাপড়িকে ধ্বজা (Standard), দুই পাশের পার্শ্বীয় ডানাব মত পাপড়ি দুটিকে পক্ষ (Wing) এবং ভিতরের একজোড়া পাপড়িকে নোকা (Keel) বলা হয় ।

সংযুক্ত পাপড়ি দিয়া গঠিত ফুলের আকাব সাধারণত নিম্নোক্ত প্রকাবের হয় ।

(১) ফানেলাকৃতি (Funnel shaped)

—খুতুরা, কলমী, বাঙ্গালু, ছোট গোয়াল প্রভৃতি

- (২) **শণ্টাকৃতি** (Campamulate)—কুমড়া, কল্কে প্রভৃতি
- (৩) **চক্রাকৃতি** (Rotate)—বেগুন, লক্ষা, আকন্দ প্রভৃতি
- (৪) **ওষ্ঠাকৃতি** (Bilabiate)—তুলসী, বাসক, দণ্ডকলস ইত্যাদি
- (৫) **নল্যাকৃতি** (Tubular)—রজনী গন্ধা, সূর্যমুখীর ভিতরের ফুল ইত্যাদি
- (৬) **ফিতাকৃতি** (Ligulate) সূর্যমুখীর বাহিরের ফুল

ফুলের কার্য :—বংশ বক্ষা ও বংশ বৃদ্ধি কবাই ফুলের প্রধান কাজ, কাবণ ফুল হইতে ফল এবং ফল হইতে বীজ এবং বীজ হইতে গাছের জন্ম। একটি গাছে বহু ফুল হয় আবাব এক একটি ফুল হইতে বহু বীজেব জন্ম হয়। পূর্বে দেখিয়াছ জ্বী পুষ্প হইতে ফল জন্মায়। কিন্তু জ্বী পুষ্পের পবাগেব সহিত পুং পুষ্পেব পবাগ সংযোগ (Pollination) না হইলে কেবলমাত্র জ্বী পুষ্প হইতেই ফলের জন্ম হয় না।

একটি ফুলের পবাগ যখন কোন প্রকারে অন্য একটি গর্ভমুণ্ডে লাগিয়া যায় তখন পবাগগুলি গর্ভমুণ্ড হইতে রস পায় এবং আপন দেহ হইতে ছোট ছোট পরাগ নল (Pollen tube) উৎপন্ন কবিয়া গর্ভদণ্ডের ভিতব দিয়া গর্ভকোষে এবং তথা হইতে ক্রমে ডিম্বক বন্ধ দিয়া ডিম্বকোষেব মধ্য প্রবেশ করে। এখানে দুইটি বিভিন্ন বকম কোষের মিলনেব ফলে কালক্রমে গর্ভকোষটি ফল এবং ডিম্বকোষটি বীজে পবিণত হয়। এই প্রক্রিয়াকেই নিষিক্তকরণ বা গর্ভাধান (Fertilisation) বলে।

এই সমস্ত ব্যাপাবটি বুঝাইবার জন্ত সাহিত্য সম্রাট বঙ্কিমচন্দ্র ফুলেব বিবাহ শীর্ষক প্রবন্ধে যাহাবা ফুলের পরাগ সংযোগ কবাইয়া দেয় তাহাদিগকে ঘটক বলিয়া বর্ণনা করিয়াছেন। আমবা ঐকপ চারি প্রকাব ঘটকেব সন্ধান জানি। যথা :—

(১) কীট পতঙ্গ। ইহারা ফুলেব বর্ণ ও গন্ধে আকৃষ্ট হইয়া মধু আহবণ করিতে গিয়া পুষ্প হইতে পুষ্পান্তরে উড়িয়া পরাগ সংযোগ কার্য করিয়া থাকে। গোলাপ, মটর, সরিষা, বেগুন প্রভৃতি ফুলের এইরূপে পরাগ সংযোগ হয়।

সাধারণত এই রকম ফুলের আকার বৃহৎ, রঙ উজ্জ্বল হয় ও ইহা বা স্তম্ভাকৃতির হয়। ইহাদের গর্ভদণ্ড চট্টচটে আটায়ুক্ত, পবাগ ডাবী কাঁটায়ুক্ত ও আটাল হয়। ইহাদের পরাগ কোষ গর্ভমুণ্ডের আগে পুষ্ট হয়।

(২) বায়ু। বায়ুভাবে ফুলসহ গাছেব শাখা প্রশাখা আন্দোলিত হইবাব কালে ফুলের পরাগগুলি খসিয়া অপব' ফুলে ছড়াইয়া পড়ে তাহাতেই পরাগ সংযোগ কার্য হইয়া থাকে। নাবিকেল, পাইন, পিটুলি পান প্রভৃতিব বায়ু সাহায্যে পরাগ সংযোগ হয়। সাধারণত এই ফুলেব আকার ছোট হয় বা ইহাতে গন্ধ থাকে না, কিন্তু পরাগ প্রচুব পবিমাণে জন্মে।

(৩) জল। কাঁকি বা পাটা শেওলা গাছেব পবাগ সংযোগ জলেব দ্বাবা ঘটিয়া থাকে।

(৪) প্রাণী। শিমূল, কদম, কুম্ভচড়া প্রভৃতি ফুলের পরাগ সংযোগ কাক, শালিক, বাহুড প্রভৃতি প্রাণীব দ্বাবা ঘটিয়া থাকে।

ফল

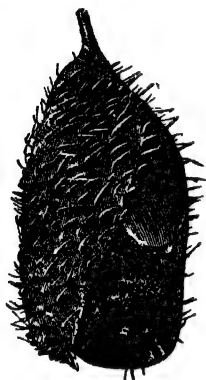
একটি ধান ও একটি তবমুজ, লাউ বা পেঁপে পাশাপাশি বাধিলে সহসা মনে হয় না যে তবমুজ যেমন একটি সমগ্র ফল ধানও তেমনই একটি সমগ্র ফল। মনে হয় ধান, তবমুজের বীজেব ত্রায় একটি বীজ। আবার যখন পাকা কার্পাস ফল কাটিয়া তুল্লা বাহিব হইতে থাকে তখন মনে হয় না যে কার্পাস ফলও তবমুজের মত এক প্রকার ফল। আবাব আতা, নোনা, আনাবস, কাঁটাল প্রভৃতি ফলের গঠন বিচার করিয়া দেখিলে বুঝিতে পারা যায় ইহারা অনেকগুলি ফলের সমষ্টি মাত্র। এইরূপে ফলেব মধ্যে পার্থক্য বিচার করিয়া ফলকে তিন শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়াছে, যথা—(১) মৌলিক ফল, (২) গুচ্ছ ফল ও (৩) যৌগিক ফল।

(১) মৌলিক (Simple) ফল :—একটি ফুল হইতে একটি ফল উৎপন্ন হইলে, ফলটিকে মৌলিক ফল বলে। মৌলিক ফল দুই প্রকার—রসাল ও অরসাল।

দেখা যায় কতকগুলি ফলে রস অধিক থাকে এবং কতকগুলিতে অল্প থাকে। ধান, মটর, কার্পাস, নাটো প্রভৃতি যে সকল ফলে রসাল শাঁস অধিক থাকে না তাহাদিগকে **অরসাল (Dry)** এবং আম, জাম, পেয়ারা, পেঁপে তরমুজ প্রভৃতি যে সকল ফলে রসাল শাঁস অধিক থাকে তাহাদিগকে **রসাল (Fleshy বা Succulent)** ফল বলা হয়।

লিচু কিন্তু রসাল ফল নয়; ইহার যে শাঁস আমরা খাই উহা ফলের অংশ নয়; উহা বীজের একপ্রকার বিশিষ্ট আবরণ (Aril)।

অরসাল ফল দুই প্রকার—(ক) মটর, সিম, নাটো, সবিষা, দোপাটি প্রভৃতি যে সকল ফল শুকাইয়া ফাটিয়া যায় এবং তাহা হইতে বীজ ছড়াইয়া পড়ে



তাহাদিগকে **স্ফোটক (Dehiscent)** ফল এবং (খ) ধান, যব, ভুট্টা প্রভৃতি যে সকল অরসাল ফলের আবরণ কখনও ফাটে না তাহাদিগকে **অস্ফোটক (Indehiscent)** ফল বলে।

স্ফোটক জাতীয় ফলের ফাটিবার ভঙ্গি অনুসারে তাহাদিগকে আবার দুই শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়, যথা—(ক) **শিম জাতীয় (Legume)**—উহাদের ফল মাঝামাঝি হুচ ভাগে ফাটিয়া যায়, উদাহরণ—শিম, মটর, বরবটি ইত্যাদি। (খ) **সরিষা জাতীয় (Siliqua)**—উহাদের

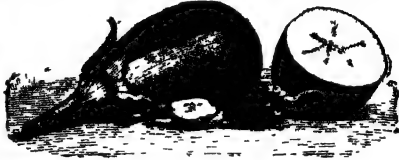
৩৭ নং চিত্র—নাটাকল ফল লম্বালম্বি ভাবে কয়েকটি বিভিন্ন অংশে ফাটিয়া থাকে। উদাহরণ—সরিষা, মুলা, কাপাস, ঢেঁড়স, ইত্যাদি।

খোসা, শাঁস ও বীজের পার্থক্য অনুসারে রসাল ফল পাঁচ প্রকার, যথা—(ক) **সাম্প্রিক (Drupe)**, (খ) **বেগুন জাতীয় (Berry)**, (গ) **শশা জাতীয় (Pepo)**, (ঘ) **লেবু জাতীয় (Hesperidium)** ও (ঙ) **আপেল জাতীয় (Pome)**।

(ক) **সাম্প্রিক ফল (Drupe)**—লক্ষ্য করিলে আম, আমড়া, প্রভৃতি

কলাল ফলের তিনটি স্তর দেখা যায়। সর্বোপরি যে আবরণ তাহাকে (১) খোসা (Epicarp) বলি, ইহা (২) মধ্যস্তর (Mesocarp)—শাঁসের চেয়ে শক্ত। (৩) তৃতীয় স্তর (Endocarp) হইল আঁটি। খেজুর, নারিকেল এই জাতীয় ফল।

(খ) বেগুন জাতীয় ফল (Berry)—বেগুন, টেঁপারি, পেয়ারা প্রভৃতি ফলের খোসা তত পুরু নয়, ইহাদের সমস্ত অংশই প্রায় শাঁস এবং এই শাঁসের মধ্যে অনেক খানি স্থান লইয়া অনেকগুলি ছোট ছোট বীজ ছড়ান থাকে। ইহাদিগকে



৩৮ নং চিত্র—বেগুন জাতীয় ফল

বেগুন জাতীয় ফল বলে। ইহাদের প্রায় সকল অংশই আমবা খাইয়া থাকি।

(গ) শশা জাতীয় (Pepo)—শশা, ফুটি, তবমুজ, পেঁপে, লাউ, কুমড়া



৩৯ নং চিত্র—পেঁপে

প্রভৃতি ফলের বাহিরের স্তর অপেক্ষাকৃত শক্ত এবং ইহাদের শাঁসের পরিমাণ যথেষ্ট—বীজের সংখ্যাও যথেষ্ট। ইহাদের মধ্যস্তরই আমবা সাধারণত

খাই। কিন্তু লাউ বা শশার শাঁস এবং বীজও আমবা খাইয়া থাকি।

(ঘ) লেবু জাতীয় (Hesperidium)—কমলা, পাতি, কাগজি, জামিবা প্রভৃতি ফলের বাহিরের স্তর বেশ একটু পুরু এবং মধ্যস্তর পাতলা থলির মধ্যে আবদ্ধ। এই থলির মধ্যে আবদ্ধ কোষা কোষা মধ্যস্তরের ভিতরেই কয়েকটি কন্নিয়া বীজ এবং অসংখ্য রসাল শাঁশের দানা থাকে। এই রকম একটি শাঁশের দানা আবার এক একটি অপেক্ষাকৃত পাতলা পর্দার মধ্যে আবদ্ধ। ইহাদের এক একটিকে পৃথক করা যায়। ইহাদের শাঁস অপেক্ষা রসই আমাদের বিশেষ প্রয়োজনীয়।

(৬) **আপেল জাতীয় (Pome) ফল**—আপেল, নাশপাতি প্রভৃতি কলেন্স খোসা অনেকটা শশা জাতীয় ফলের খোসাব ভ্রায় ; মধ্যস্তরও উহাদের মধ্যস্তরের মত কিছু শক্ত। ইহাদের ছোট ছোট বীজ, সংখ্যায় তিন চারিটির অধিক নয়। বীজগুলি ফলটির মধ্যস্থলে একত্রে থাকে।

(২) **গুচ্ছ ফল (Aggregate fruit)**—একটি ফুল হইতে অনেকগুলি ফল হইয়া একত্রিত হইলে তাহাকে **গুচ্ছফল** বলা হয়। চাঁপা ও কাঁটালি চাঁপাব ফল গুচ্ছ ফল। আতা, নোনা প্রভৃতিও এক প্রকার গুচ্ছ ফল। ইহাদের এক একটি গর্ভকেশর হইতে এক একটি ফল জন্মায়, কিন্তু উহা একসঙ্গে দল বাঁধিয়া থাকে বলিঘা বাহিব হইতে বুঝা যায় না। তথাপি কাঁচা অবস্থায় ইহাদিগকে কাটিলে বুঝিতে পায। যায় খোসাব একটি ঢাকাব ভিতব এক একটি কোষা ও কোষার বাহিবেব আবরণ লইয়া এক একটি ফল, পাকিলে ঐ কোষাব নবম আবরণ একত্রিত হইয়া সমস্ত কোষাগুলির একটি আবরণের মত দেখায়।

চালতাও এক প্রকার গুচ্ছ ফল। চালতা ফুলেব বৃত্যংশগুলি ক্ষীত ও বসাল হইয়া চালতাব এক একটি বাথডা হয়। ঐ বাথডাগুলি একত্রিত হইয়া একটি ফলের আবাব ধারণ কবে বটে, কিন্তু প্রকৃত ফলই বাথডার মধ্যে লুপ্তায়িত থাকে। চালতাব গোঁড়াই চালতার প্রকৃত ফল। চালতা এই সব কাবণে **অপ্রকৃত ফল**।

(৩) **যৌগিক (Multiple) ফল**—বহু ফুল হইতে একটি ফল জন্মাইলে ফলটিকে যৌগিক ফল বলা হয়। কাঁটাল, আনারস, ডুম্ব, তুঁত ইহাব দৃষ্টান্ত, কিন্তু ইহাদের প্রত্যেকটিব কিছু কিছু বৈশিষ্ট্য আছে।

আনারস—আনারসেব গায়ে যে ছয় কোণা চোখ দেখা যায় উহাবা এক একটি পৃথক ফুল হইতে উৎপন্ন। ইহাদেব শাঁশ, গর্ভকেশরগুলিব নিয় অংশ হইতে উৎপন্ন। শাঁশের মধ্যস্থলের দণ্ডাকার অপেক্ষাকৃত শক্ত অংশ ফুলের মঞ্জবী দণ্ড।

কাঁটাল—কাঁটালের এক একটি কাঁটা এক একটি ফুলের গর্ভদণ্ড হইতে উৎপন্ন। ইহাদেব এক একটি কোষ ফুলেব গর্ভকেশর হইতে উৎপন্ন, পাতুড়ি-গুলি অনির্ঘট ফুলের আবরণ—মধ্যস্থলের তুড়ুড়ি অর্থাৎ মোটা দণ্ডটি মঞ্জবী শাঁশ।

'ডুমুর—ডুমুর ফলের মঞ্জরী নগু ফাঁপা হইয়া গোলাকার একটি ফলের আকার ধারণ করে, ইহাই ডুমুর ফল। ইহার ভিতরে অনেকগুলি ছোট ছোট ফুল থাকে সেইগুলিই বীজরূপে ফলের ভিতর থাকে।

এই পরিচ্ছেদের শেষে ফলের শ্রেণীবিভাগ করিয়া একটি তালিকা দেওয়া গেল।

একটি ফলে সাধারণত তিনটি অংশ দেখা যায়—খোসা, শাঁস ও বীজ। কিন্তু সকল ফলে এ তিনটি সমান অংশে থাকে না। পেঁপে, আম, শশা, তরমুজ প্রভৃতি ফলে খোসা কত অল্প কিন্তু শাঁস কত অধিক। নাটো ফলে শাঁস নাই বলিলে চলে, কেবল খোসা ও বীজ। আম, জাম, খেজুর প্রভৃতি ফলে একটি কবিয়া বীজ দেখা যায়, তাহা সমস্ত ফলটির মাঝখানে থাকে। কিন্তু লাউ তরমুজ শশা প্রভৃতি ফলেব বীজ অনেক এবং সমস্ত ফলটির মধ্যে শাঁসেব সহিত সারি সারি থাকে। কুমড়া, পেঁপে, ফুটি প্রভৃতি ফলের মাঝখানে খানিকটা ফাঁকা স্থান থাকে। সেই ফাঁকা স্থানেব মধ্যেই শাঁসের উপরে বীজগুলি দেখিতে পাওয়া যায়। যে ফলে বীজ যত কম, ফলেব আকাবের অল্পপাতে সে ফলেব বীজ তত অধিক বড় হইয়া থাকে। যে সকল ফলে বীজ মাত্র একটি, যেমন, আম, জাম, নাবিকেল প্রভৃতি তাহাদেব বীজ খুব বড় হইয়া থাকে।

ফুটি, পেঁপে, আম, জাম, প্রভৃতি ফল পাকিলে কত নরম হয়, কিন্তু লাউ পাকিলে তাহার খোসা এত শক্ত হয় যে তাহাকে শাঁস বাহিব করিয়া দিবাং পর ঘটি বাঁটিব মত ব্যবহার করা চলে। কুমড়া, তরমুজ, বেগুন, শশা প্রভৃতি ফল কাঁচা অবস্থায় খেয়ুপ থাকে পাকিলেও প্রায় সেব্য থাকে। বিজা, পুঙ্কল প্রভৃতি কতকগুলি ফল আছে, পাকিলে তাহাদেব শাঁস কমিতে আরম্ভ হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে ভিতরে জালি প্রস্তুত হইতে থাকে। বিজা বা পুঙ্কলেব জালি আমবা গাজ মার্জ্জনী হিসাবে সাবান মাখিবার সময় ব্যবহার করি। লেবু শাঁস সাধারণ ফলের শাঁসের মত থাকে না। খোসাব ভিতরে ইহার শাঁস ক্রমাঘ্যে কেমন একটির পর একটি আবরণের মধ্যে ঢাকা থাকে। বেলেব খোসা কত শক্ত কিন্তু ভিতরে শাঁস পাকিলে কাদার মত নরম হইয়া থাকে।



৪০ নং চিত্র—কতকগুলি ফসলের ফল

আতা বা নোনা ফলের স্বাদ কাঁচা অবস্থায় কিরূপ বিস্তীর্ণ; কিন্তু পাকিলে ইহাই কিরূপ স্বস্বাদু হয়। কুমড়া পাকিলে ইহাব স্বাদের বিশেষ তার-তম্য হয় না। আম কাঁচা অবস্থায় টক থাকে, পাকিলে মধুর হয়। কলা কাঁচা অবস্থায় কষায় এবং কতই না বিস্বাদ থাকে, কিন্তু পাকিলে ইহাই আবাব কেমন স্বস্বাদু হইয়া দাঁড়ায়। পূর্ব পৃষ্ঠায় একটি রসাল ফলের চিত্র দেওয়া হইয়াছে, তাহাদের বৈচিত্র্য লক্ষ্য কর।

আম, জাম, বেমুজ, সৈকুল, মাকাল, তেলাকুঁচা প্রভৃতি ফল পাকিলে ইহাদের রং বদলাইয়া যায়। আম, কাঁটাল, আনারস প্রভৃতি পাকিলে ইহাদের গন্ধে মানুষ এবং ইতর প্রাণী আকৃষ্ট হয়। নাট্য, মটর, দোপাটি প্রভৃতি ফল পাকিলে আপনা আপনি ফাটিয়া যায়, সেইজন্য ইহাদের বীজগুলি আপনা আপনি ছড়াইয়া পড়ে। কাপাস, শিমুলের ফলও ফাটিয়া থাকে, কিন্তু বীজে তুল্য লাগিয়া থাকায় ইহাবা হাওয়ায় অনেক দূর পর্যন্ত উড়িয়া যাইতে সমর্থ হয়।

বীজ

চাল, সরিষা, মটর, ছোলা, আমের আঁটি, তালের আঁটি, নারিকেলের খোল এসকল গুলি এক একটি বীজ। বীজের সাধারণত তিনটি অংশ—আবরণ, বীজ-পত্র (Cotyledon) যাহা দানার মত বীজের ভিতর দেখা যায়, ও অঙ্কুর বা ভ্রূণ (Embryo), ইহাদের মধ্যে কতকগুলি আবরণ খুব শক্ত কতকগুলির আবরণ অপেক্ষাকৃত কম শক্ত। কতকগুলির মধ্যে মাত্র একটি দানা থাকে, কতকগুলির মধ্যে দুইটি। প্রথমোক্ত বীজগুলিকে একবীজ পত্রী (Monocotyledonous) ও শেষোক্ত গুলিকে দ্বিবীজ পত্রী (Dicotyledonous) বীজ বলে। আসাম প্রভৃতি অঞ্চলে চমরী বাউ প্রভৃতির বীজে অনেকগুলি দানা দেখা যায়। মৃগ, মসুর, অড়হর, ধান, যব, ভুট্টা প্রভৃতি বীজ মানুষের খাওয়ার জন্য যত অধিক পরিমাণে লাগিয়া থাকে এত অধিক পরিমাণে মানুষের খাতে অল্প কিছু লাগে না, বলিতে গেলে মানুষ এই সকল বীজের উপর নির্ভর করিয়াই জীবন ধারণ করে।

অন্তঃসার (Exalbuminous বা Non-endospermic), বহিঃসার (Albuminous বা Endospermic), মূষেদী (Epigeal) ও মূদস্তর্গত

(Hypogeal) বীজ কাহাকে বলে তাহা পূর্বে জানিয়াছ। পাইন বন্যবীজ (Gymnosperms) হইতে জন্মায় ইহাও জানিয়াছ।

বীজের বিস্তৃতি কিরূপে হয় দেখ। মাটিতে এক স্থানে বহু বীজ পড়িলে যে সকল চারা উৎপন্ন হয় তাহারা বৈশা বৈশি থাকিয়া বড় হইতে পারে না। গাছে বীজ পাকিলে যদি তাহাদিগকে স্থানান্তরে লইয়া না যাওয়া হয় তবে গাছের গোড়ায় বীজ হইতে এক জায়গায় বহু চারার জন্ম হইতে পাবে। সেজন্য বীজ ছড়াইয়া দিতে হয়। বীজ নানা প্রকারে ছড়াইয়া পড়িতে পারে। তন্মধ্যে প্রধান কয়টি উপায় নিচে বলা হইল :—

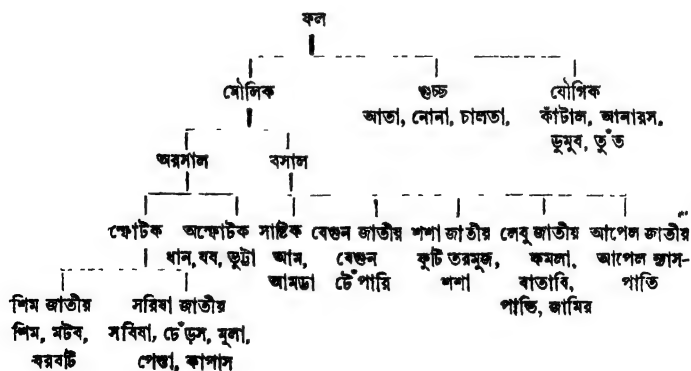
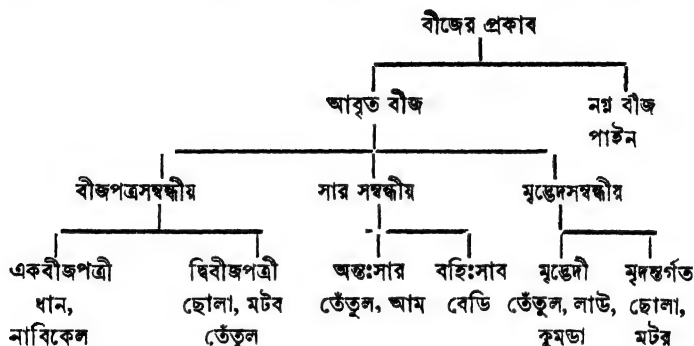
(১) বাতাস দ্বারা—তুলা, সিকোনা প্রভৃতির বীজ হালকা এবং ইহাদের কাহারও কাহারও গায়ে তুলাব আঁশের মত সূক্ষ্ম আঁশ আটকাইয়া থাকে বলিয়া বাতাসে ভাসিয়া স্থানান্তরে নীত হইতে পাবে এবং তাহা হইতে গাছ জন্মাইতে পাবে।

(২) জীবগণ দ্বারা :—চৌরকাঁটা, বাঘানখা প্রভৃতি গাছের ফল মানুষের কাপড়ে বা জীব জন্তুর গায়ে লাগিয়া আটকাইয়া যায় এবং তাহাদের দ্বারা স্থানান্তরে নীত হয়। মাটিতে পড়িয়া গেলে তাহা হইতে গাছ হয়। বাহুড পেয়ারা, বাদাম, ডুমুর প্রভৃতি ফল খাইয়া ইহাদের বীজ স্থানান্তরে ফেলিয়া যায়। শূগলবা খেজুর, কুল প্রভৃতি ভক্ষণ করিয়া ইহাদের বীজ হজম কবিতো পাবে না। মলত্যাগ কালে ঐ বীজগুলি স্থানান্তরে পবিত্যক্ত হয় এবং তাহা হইতে গাছ হয়। বট, অশ্বখের বীজ পাখীরা খায় এবং বিষ্ঠা ত্যাগ কালে ইহাদের বীজগুলি পরিত্যক্ত হয়, তাহা হইতে গাছ জন্মে। কয়েদ বেলের বীজও মানুষের বিষ্ঠার সহিত এইরূপে পরিত্যক্ত হয় এবং তাহা হইতে গাছ জন্মাইতে দেখা যায়। কুঁচ খাইয়াও পাখীরা ইহাকে বিষ্ঠার সহিত ত্যাগ করিলে তাহা হইতে গাছ জন্মে।

(৩) জল দ্বারা—তাল নারিকেল প্রভৃতি হালকা ফল জলে ভাসিয়া স্থানান্তরে নীত হয় এবং কোথাও মাটিতে আটকাইয়া গেলে ইহাদের গাছ হয়।

(৪) স্ফোটন দ্বারা—নাট্য, দোপাটি, কন্ঠচা, অপরাজিতা, মটর প্রভৃতির ফল ফাটিয়া ছিটকাইয়া পড়ে। তবে এই উপায়ে ইহারা বহুদূরে বিধৃত হইতে পায় না।

(৫) মানুষের দ্বারা—বহুবিধ উপায়ে এক স্থান হইতে বীজ অন্য স্থানে নীত হয় কখনও জ্ঞাতসারে কখনও বা অজ্ঞাতসারে। ঐষ পথ্যের জন্ত প্রযোজনীয় হিসাবে বা সৌখিনতার উপাদান স্বরূপে ইহাদিগকে ব্যবহার কবিবার জন্ত কত যত্ন করিয়া মানুষ পৃথিবীর এক প্রান্তের বৃক্ষ অন্য প্রান্তে লইয়া তাহাদের চাষ করে।



সংক্ষেপ :- গাছের প্রধান অংশ দুইটি, মূল ও কাণ্ড। মূল মাটির নিচে থাকে কাণ্ড মাটির উপরে থাকে। অবশ্য অনেক কাণ্ড আছে বাহ্যার মাটির নিচে থাকে—বেগুন হলুদ

আদা, কচু ইত্যাদি। মূলের কাজ—আহারের জন্ত কাঁচা মাল সংগ্রহ করা এবং মাটির উপর উঠাকে ঝাড়ু রাখা। বিভিন্ন আকারের মূল দেখিতে পাওয়া যায় এবং তাহারা অন্তরীকাজও করে। সেই হিসাবে ইহাদের নামও ভিন্ন হইয়া থাকে। কাণ্ডের কার্য খাদ্য সর্বদেহে চালান দেওয়া এবং শাখা প্রশাখা হইতে পাতা ফুল ফল ধারণ করা। ইহাতে পর্ব, সন্ধি, পত্র, মুকুল প্রভৃতি থাকিতে পারে। ইহা বা বহুবিধ আকারের হয়। পাতার আকার যেমন বহু প্রকারের ইহাদের শিবা বিভ্রাসও তেমনই বহু প্রকারের। একটি বৃক্ষে যদি কেবলমাত্র একটি ফলক থাকে তবে তাহাকে মৌলিক পত্র বলে, কিন্তু যদি একাধিক পত্র থাকে তবে তাহাকে যৌগিক পত্র বলে। পাতায় স্টোমা আছে। পাতার দ্বারা বায়ু হইতে গাছ আহাৰ গ্রহণ করিতে পারে এবং দেহের অতিবিক্ত বস নির্গত করিয়া দিতে পারে। ফুল সৌন্দর্যের আকর—ইহার সৌন্দর্যে মানুষ ও জীবজন্তু আকৃষ্ট হয়। ইহা গাছের অপ্রধান অংশ। ফুলের চারিটি অংশ—রতি, পাপড়ি, পবাগকেশব ও গর্ভকেশব। সকল ফুলে সকল অংশগুলি থাকে না। ফল এবং বীজ গাছের অপ্রধান অংশ। নানাবকম ফলের আকার ভিন্ন, স্বাদ ভিন্ন, বর্ণ ভিন্ন। বীজের সংখ্যা বেশী হইলে উহারা আকারে ছোট হয়।

তৃতীয় প্রশ্নমালা

১। মূল, কাণ্ড, পাতা, ফুল, ফল ও বীজ কত বিভিন্ন প্রকারের হইতে পারে লিখ। (Write down the different forms of —Roots, stems, leaves, flowers, seeds and fruits)

২। গুল, আদা, আলু এবং মূলা :—ইহারা কাণ্ড কি মূল বল। (Say whether the following are stem or root ,—corm, ginger, potatoes and radish).

৩। নিম্নলিখিতগুলি প্রকৃত পক্ষে গাছের কি এবং ইহা কি কিসের কার্য করে? ফলের কাঁটা, মটরের আকর্ষ, পিঁয়াজ ও ধান। (Say what part of a plant the following are and what their functions are —The thorn of a 'Bel', tendrils of a pea, onion and paddy.)

৪। কার্যকারিতা সম্বন্ধে আলোচনা কর—(ক) মূল ও (খ) ফলের। (Discuss the functions of (a) the root and (b) the fruit) (কঃ বিঃ ১৯৪০)

চতুর্থ পরিচ্ছেদ

ধান ও মটর গাছের জীবনেতিহাস

ভাত বাঙ্গালীদের প্রধান খাদ্য। অবাকালীগণ তাই ‘ভেতো’ বলিয়া বাঙ্গালীদের কলঙ্ক বটাইয়া থাকেন। কিন্তু খাদ্য শস্ত হিসাবে উৎপন্ন শস্তের পরিমাণেব হিসাবে জানা গিয়াছে এত অধিক পবিমাণে আর কোন শস্ত মাতৃষেব খাদ্য হিসাবে উৎপন্ন হয় না। কাজেই বাঙ্গালী ছাড়া বহু অবাকালীও ইহা খাইয়া জীবন ধারণ করেন। ধান হইতে চাউল এবং চাউল সিদ্ধ করিয়া ভাত হয়। ধানকে অন্ন সিদ্ধ করিয়া সিদ্ধ ধানকে রৌদ্রে শুকাইয়া, ঐ শুক ধানকে ভানিয়া লইলে যে চাউল হয় তাহা সিদ্ধ চাউল এবং ধানকে কেবলমাত্র শুকাইয়া ভানিয়া লইলে যে চাউল হয় তাহা আতপ চাউল। বাঙ্গালীবা খাইবাব জন্ত বেনীব ভাগ সিদ্ধ চাউল ব্যবহার করিয়া থাকেন এবং পূজা পর্বাণে আতপ চাউল ব্যবহার করিয়া থাকেন, কিন্তু ভারতের অগ্রাঞ্চ প্রদেশে আতপ চাউলই সমধিক প্রচলিত।

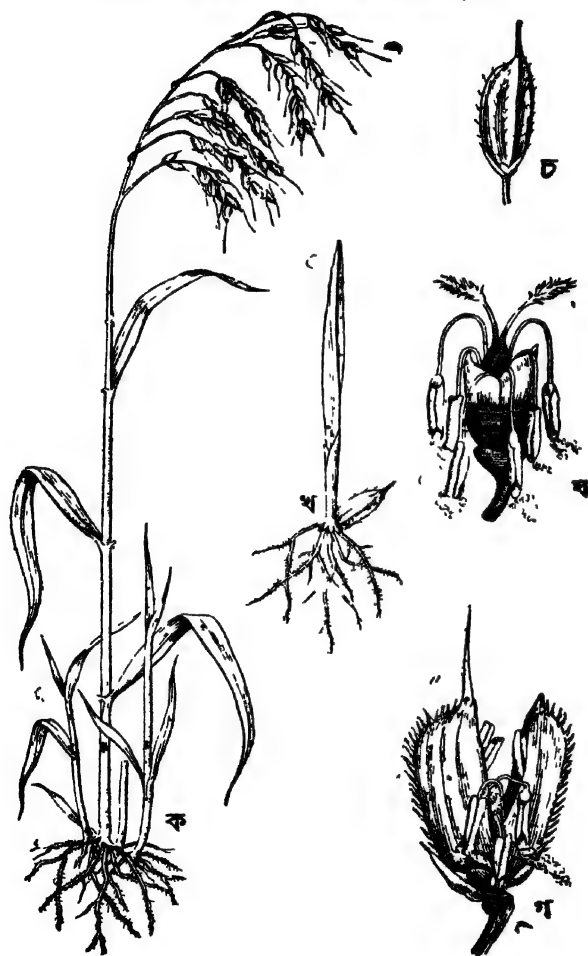
যে দেশে প্রচুর পরিমাণে বৃষ্টিপাত হয় সেই দেশের জলাভূমিতে ধান জন্মায়। সেজন্ত পাহাড়ে দেশে ধান জন্মে না। জমি ও আবাদের সময় ভেদে ধান ষোটায়াটি তিন রকম। ভাদ্র আশ্বিন মাসে যে ধান পাকে তাহাকে আউশ বা আশু ধান বলা হয়। অধিকাংশ ধান অগ্রহায়ণ, পৌষ মাসে পাকিয়া থাকে—ইহারা আমন বা হৈমন্তিক ধান। যে সকল ধান বর্ষাকালে বা শীতের শেষে পাকে তাহারা বোরো ধান। সাধারণত আউশ ধান উচু জমিতে জন্মায়, আমন ধান তদপেক্ষা নিচু জমিতে জন্মায় এবং বোরো ধান তদপেক্ষা নিচু জমিতে জন্মায়। লম্বা গুঁয়াযুক্ত এক প্রকার ধান আবাদী ধানের মধ্যে আর্পনি জন্মায়। তাহারা স্থপক্ক হইবার আগেই ঝরিয়া পড়ে

বলিয়া মাছের কোন কাজে আসে না। অথচ ইহার গাছ অতি সহজে আবাদী ধানের মধ্যে আগাছার যত জন্মাইয়া আবাদী ধান নষ্ট করিয়া ফেলে। সেইজন্য চিনিতে পারিলেই এবং সুবিধামত চাবীরা ঐ গাছগুলিকে তুলিয়া ফেলিয়া দেয় অথবা কাটিয়া ফেলে। ইহাদিগকে কাড়া বা উড়ি ধান বলে।

উচু জমিতে যে ধান হয় তাহার দানা সৰু হয় এবং নিচু জমিতে যে ধান হয় তাহাদের দানা মোটা হয়। সেই হিসাবে আউশ ধানের দানা সৰু হওয়া উচিত; কিন্তু প্রকৃতপক্ষে আউশ ধানের দানা প্রায় বোরো ধানের দানার জায়গায় মোটা হইয়া থাকে। হৈমন্তিক ধানের মধ্যে সীতাশাল, বাঁকতুলসী, দাদধানি প্রভৃতি ধানের দানা সর্বাপেক্ষা সৰু। সৰু ধানের চাল যেমন দেখিতে সুন্দর এবং খাইতে সুস্বাদু তেমনই সহজপাচ্য। এইজন্য রোগীদিগকে সৰু চালের ভাত খাইতে দেওয়া হয়। ধান যত পুৰাতন হয় ইহাৰ চালও তত উপকারী হয়, কোন কোন চাউলে স্বগন্ধ পাওয়া যায়—পায়স প্রভৃতি প্রস্তুত কবিবার পক্ষে তাহা বা অত্যন্ত উপযোগী। ধান হইতে চিঁড়া, খই এবং মুড়কী এবং চাউল হইতে ভাত, মুড়ি প্রস্তুত হয়। দোকান হইতে খাবার কিনিয়া খাইতে হইলে চিঁড়া, মুড়ি ও মুড়কীর দ্বারা নিবাপন আহার্য্য আব নাই। চাল গুঁড়া হইতে পিঠা, রুটি প্রভৃতি হয়। জিলাপী প্রস্তুত করণের ইহা অন্যতম প্রধান উপাদান।

ধানের খোসা ছাড়াইলে যে চাল পাওয়া যায় তাহা লক্ষ্য করিলে বুঝা যায় ইহা একদলবীজ। কাজেই ধানের অঙ্কুর হইতে প্রথমে মাত্র একটি পাতা বহির্গত হয়। অতি সাবধানে ধানের খোসা ছাড়াইলে দেখা যায় চাউলের সমস্ত দেহ একটি পাতলা আবরণে আবৃত; চাউলের একমুখে একটি ক্ষুদ্র গর্তের মধ্যে অঙ্কুরটি ঘুমাইয়া থাকে বস পাইলে এই অঙ্কুর বর্ধিত হয় এবং ইহার এক অংশ মাটির নিচে যায়, অপর অংশ কাণ্ডরূপে মাটির উপরে উঠিতে থাকে। তখন সমস্ত বীজ বা চাউলটি ঐ জুগ মূল বা জুগ কাণ্ডের আচ্ছাদ্যবোঁগাইয়া থাকে। এই আচ্ছাদ্যের অধিকাংশই খেতসার জাতীয়।

জমিতে পর পর তিন চারিবার লাঙ্গল করিবার পর মই দিয়া মাটি ভাঙ্গিয়া



৪১ নং চিত্র—ধানগাছ ও তাহার বিভিন্ন অংশ

গুঁড়া করিয়া দিলে ঐ জমি চাষের উপযুক্ত হয়। তখন ইহাতে ধান ছড়াইয়া বাহাতে ঐ ধান আবার মাটি ঢাকা পড়ে তজ্জন্ত পুনরায় উহার উপর দিয়া মই টানা হয়; ইহাকে ধান্ন বপন করা বলে। কয়েকদিন পরে মাটির রস পাইয়া ধান অঙ্কুরিত হয়। ক্রণ কাণ্ড মাটি ভেদ করিয়া উপরে উঠে এবং ক্রণমূল মাটির ভিতর চলিয়া যায়। ক্রণমূলের পাশ দিয়া ধানের গুচ্ছমূল বাহির হয় এবং অল্পদিন মধ্যে ক্রণমূলটি মরিয়া যায়। গাছ যত বড় হইতে থাকে তত ইহার কাণ্ড বর্ধিত হয় ও কাণ্ডের প্রতি গাঁট হইতে পাতা বাহির হয়, প্রতি পাতার গোড়া কাণ্ডটিকে বেঁধেন করিয়া থাকে। একটি পত্রের ফলক যে দিকে প্রসারিত থাকে তাহার পরের পাতার ফলকটি ঠিক তাহার বিপরীত দিকে প্রসারিত থাকে। এইরূপে যত দিন যায় কাণ্ড তত বড় হয় এবং পাতার সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। আমন ও বোরো ধানের গাছকে ২০।২৫ দিন পরে শিকড় সমেত তুলিয়া অন্য একটি পূর্বোক্ত প্রকারে লাঙ্গল করা এবং মই দেওয়া জমিতে গোছা গোছা করিয়া পুঁতিয়া দেওয়া হয়। ইহাকে ধান্ন রোপণ করা বলে। অনেক সময় বুড়ির স্থবিধা এবং অস্থবিধা বুঝিয়া চাষীরা কেবলমাত্র ধান্ন বপন করিয়াই দেয়, নাড়িয়া রোপণ কবে না।

ধানগাছের পাতার ফলক তলোয়ারের ফলকের মত লম্বা। ইহার গা মসৃণ নহে, শক্ত লোমযুক্ত করুক'রে। নরম চামড়ার উপরে ঐ পাতা টানিলে চামড়া ছিঁড়িয়া যাইতে পারে। পাতা যত পাকিয়া উঠে ততই ইহা অধিক করুক'রে হয়। খড় সর্বাপেক্ষা অধিক করুক'রে। কাঁচা বেলায় ধান গাছ সবুজ; কোন কোন ধান গাছের পাতা কাল বা বেগুণেও হয় পাকিলে ইহাদের সোণার মত রং হয়। ধানগাছের কাণ্ড ফাঁপা নলের ন্যায়, মাঝে মাঝে গাঁট বা সন্ধি (Node)। প্রতি সন্ধি ঘেরিয়া এক একটি পাতা বাহির হয়। ধান গাছের গোড়ার দুই চারিটি সন্ধি হইতে আস্থানিক মূল বাহির হইয়া থাকে।

গাছ বড় হইলে ধানের ফুল হয়। বোঁটার উপরে (৪১ নং চিত্রে গ) পাতার ন্যায় যে দুটি সরু সরু পদার্থ থাকে ইহারি এবং তদুপরি শক্ত আবরণ দুই ভাগে

বিভক্ত খোসা দুইটি মঞ্জরী পত্র (Bract) নামে অভিহিত। ধানের পাতার
 ত্রায় খোসাগুলি কব্‌ক'রে কাঁটায়ুক্ত। কালক্রমে খোসা যত শক্ত হয় ইহার গায়ের
 কাঁটাগুলিও তত শক্ত হয়। কোন কোন ধানের খোসার ডগায় লম্বা এবং শক্ত
 শুঁয়া থাকে। জটাকল্লা ধানে ঐরূপ শুঁয়া থাকে। মঞ্জরী পত্রের মধ্যে থাকে
 গর্ভকোষ। গর্ভকোষের চারিদিক ঘেরিয়া দুইটি লডিকিউলের (Lodicule)
 উপর দুইটি আবর্ত (Whirl) থাকে। ঐ আবর্ত হইতে ছয়টি পুরুষ কেশর
 (Stamen) বাহির হয়। পুরুষ কেশরের পরাগদণ্ডগুলি (Filaments)
 খুব সরু ও লম্বা হয় এবং ইহাদের মাথায় অপেকাকৃত ফুল ও ভারী পরাগস্থলী
 (Anthers) থাকায় ঝুলিয়া পড়ে এবং বাতাসে নড়িতে থাকে। ৪১ নং চিত্রে স্ব
 দেখা যাইবে পুরুষ কেশরগুলি কিকপ ঝুলিয়া পড়িয়াছে এবং পবাগস্থলী হইতে
 পবাগ ঝবিয়া পড়িতেছে। গর্ভকোষ পূর্বাপেক্ষা বর্ধিত হওয়ায় এক্ষণে বিশেষ-
 রূপে দৃষ্টিগোচরে আসে। গর্ভকোষের ডগায় দুইটি লোমযুক্ত চামবেব মত দণ্ড
 থাকে এবং গর্ভকোষে একটি মাত্র ডিম্বক থাকে। পরাগ পতনের ফলে ডিম্বক
 হইতে বীজ জন্মায়। তখন লডিকিউল সমেত পুরুষ কেশব শুকাইয়া পড়িয়া যায়
 এবং চাউল পূর্বোক্ত চারিটি মঞ্জরীপত্রে আবৃত থাকে। চাউল প্রথমাবস্থায়
 দুধের মত শাদা তরল পদার্থরূপে দেখা দেয়। ধানগাছের মাথায় একটি নীচে
 এমন অনেকগুলি ফুল ধরে এবং ঐ ফুলগুলি সময়ে ধানে পবিণত হয়।

আউশ ধান সাধারণত বৈশাখ জ্যৈষ্ঠ মাসে বপন করা হয়। এবং ভাদ্র
 আশ্বিন মাসে গাছ সমেত ধান পাকিয়া সোণার বর্ণ ধারণ করিলে চাষীবা
 ধানগাছ কাটিয়া আঁটি আঁটি বাধিয়া শুকাইতে দেয়, শুকাইলে ঝাড়িয়া ধান ও
 গাছ পৃথক্ করা হয়। ধানের শুষ্ক গাছকে খড় বলা হয়। খড় গৃহপালিত
 গবাদি জন্তুর প্রধান খাদ্য। অনেক সময় একই জমিতে আউশ ধান কাটিয়া
 লইবার পর আমন ধান বোপণ করা হয়। আমন ধান সাধারণত অগ্রহায়ণ
 পৌষ মাসে পাকিয়া থাকে। কোন কোন আমন ধান আশ্বিনের শেষ হইতেও
 পাকিতে আরম্ভ করে। মাঠে অত্যধিক জল থাকিলে খড় ভাল হয় না বলিয়া

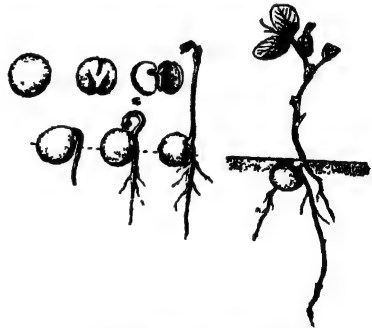
বোয়ো ধানের খড় অনেক সময় অকর্মণ্য হয়, তাই চাষীরা কেবলমাত্র ধানের শীষ কাটিয়া আনিয়া তাহাই বাড়িয়া ধান বাহির করে। পশ্চিমবঙ্গের মেদিনীপুর ও বর্ধমানে, উত্তরবঙ্গের বীমভূমে এবং পূর্ববঙ্গের বরিশালে প্রচুর পরিমাণে ধান্ড জন্মাইয়া থাকে। উড়িষ্যায়ও যথেষ্ট ধান চাষ হয়।

মটর

ভাতেব মত ডালও আমাদের নিত্য ভোজ্য। ভাত যেমন কেবল মাত্র বাদ্যলীর প্রধান খাদ্য, ডাল কিন্তু সমগ্র ভাবতবাসীর নিত্য ভোজ্য পদার্থ। বাদ্যলীর ‘ভাত ডাল’ যেমন নিত্য ভোজ্য ভাবতের প্রায় অস্ত্র সকল জাতির কাছে ‘ডাল কুটি’ তেমনই নিত্য ভোজ্য। বহুপ্রকার ডালের মধ্যে ছোলা ও মটর জাতীয় ডালই ভারতের অন্যান্য জাতীয় মধ্যে বিশেষরূপে ব্যবহৃত হয়।

শীতকালে শুষ্ক মাটিতে মটর চাষ হয়। উপযুক্ত রূপে চাষ করিলে অসময়েও মটর গাছ জন্মায়। নদীর চরে ইহাবা প্রচুর পরিমাণে জন্মাইয়া থাকে। অসময়ের মটর শুটিতে মটর দানা বেশ পুষ্ট হয় না, গাছে শুটিও অধিক জন্মায় না।

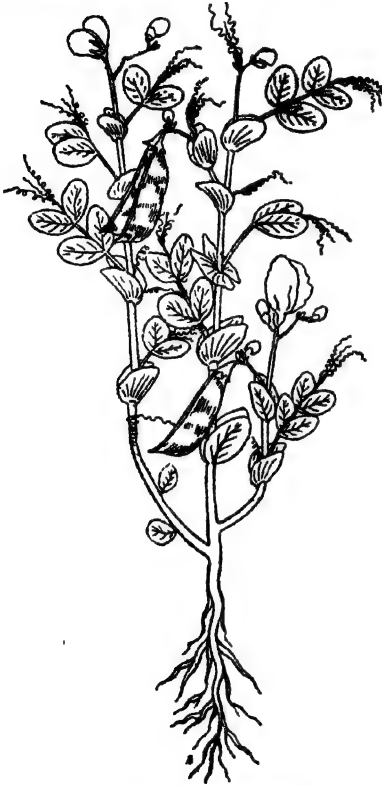
শুষ্ক মটরকে দুই একদিন ভিজাইয়া রাখিলে ইহার কলা বাহির হয়। এই সময়ে মাটিতে ছড়াইয়া মাটি চাপা দিলে শিকড় মাটির ভিতর চলিয়া যায় এবং কাণ্ড উপর দিকে বাড়িতে থাকে। মটর দ্বিবীজপত্রী বীজ এবং অমৃদ্ভেদী, কাজেই বীজটি মাটির উপর থাকিতে চায় না। ইহার প্রধান মূল ক্রমাগত নিচে নামিতে থাকে এবং কালক্রমে তাহা হইতে শাখা প্রশাখা নির্গত হয়।



৪২নং চিত্র—মটর ও মটরের কল

এদিকে মাটির উপরেও প্রধানকাণ্ড হইতে ক্রমে শাখা প্রশাখা বাহির হয়।

মটর গাছ লতা বলিয়া ইহারা খাড়া হইয়া থাকিতে পারে না। অনেক সময় লতাইয়া ইহারা বেড়ার গায়ে কিংবা অন্য গাছে পালার উঠিয়া বাড়িয়া



৪৩ নং চিত্র—মটর গাছ

থাকে; কিন্তু যেখানে প্রচুর পরিমাণে চাষ হয় সেখানে ইহারা মাটিতেই লতাইয়া বাড়িতে থাকে। আশ্রয়কে জড়াইয়া ধরিবার জন্য ইহাদেব পাতাব অগ্রে আকর্ষ (Tendrill) আছে। চিত্র দেখিলে বুঝিতে পারিবে প্রতি সন্ধি হইতে পত্র নির্গত হয়। কিন্তু এই সন্ধিতে কাণ্ডকে ঘেরিয়া এক জোড়া উপপত্র (Stipules) বাহির হয়। এই সন্ধি হইতে মটবের ফুল এবং শাখা প্রশাখা বাহির হয়। এক বোঁটায় কখন একটি কখন বা একগোছা ফুল হয় তাহা হইতে এক গোছা গুঁটি বা ফল হয়।

মটর ফুল সাধারণত বেগুনী এবং সাদা রংএ

মিশ্রিত; কখনও বা লাল আভাযুক্ত হয়। গাছে ফুল ফুটিলে দেখিতে মনোরম

হয়। মটর ফুলের একটি বিশেষত্ব আছে। ইহার পাঁচটি বৃতি একত্রে জুড়িয়া একটি পদ্মকাটা বাটির মত দেখায়। কুঁড়ি অবস্থায় ফুল এই বৃতির মধ্যে লুকাইয়া থাকে এবং যত বড় হয় ততই এই বৃতি ফাটিয়া কুঁড়ির বাহিব হইবার পথ প্রশস্ত করিয়া দেয়। তখন পাপড়িগুলি বৃতির চারিদিকে ছড়াইয়া পড়ে। ইহার পাঁচটি পাপড়ি একরূপ ভাবে গঠিত যে সমস্ত ফুলটিকে একটি পাল তোলা নৌকার মত দেখায়। দুটি পাপড়ি

জুড়িয়া নৌকার খোল

(Keel) প্রস্তুত করে, তদু-

পরি পাখীর ডানার মত যে

দুইটি পাপড়ি থাকে তাহা-

দিককে পক্ষ (Wing)

এবং ফুলের মধ্যবর্তী

সর্বাপেক্ষা বড় পাপড়ি-

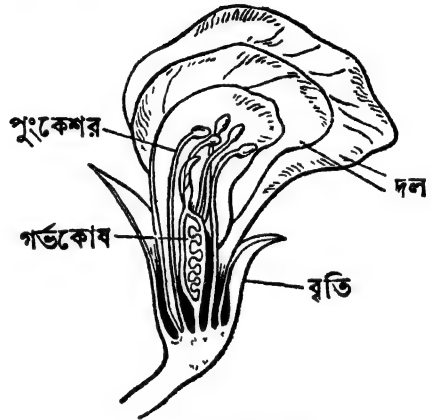
টিকে ধ্বজা (Stand-

ard) বলা হয়। ইহার

পব দশটি পুরুষ কেশর।

পুরুষ কেশরের দণ্ডগুলি

মাথায থাকে পবাগধানী এবং পবাগধানীর মধ্যে থাকে দুইটি পবাগ পূর্ণ গলি। গোড়ার দিকে নয়টি পুরুষ কেশর মিলিত হইয়া একটি নলের মত আকার ধারণ করে এবং একটি পৃথক থাকে। পুরুষ কেশরের পর থাকে গর্ভকেশর। গর্ভকেশরের গোড়ার দিক অপেক্ষাকৃত মোটা ও ফাঁপা—তাহার পববর্তী অংশ একটি দণ্ডের মত এবং মাথাটি গোল বলেব ন্যায়। পুরুষ কেশর হইতে পরাগ আসিয়া এই অংশে লাগিলে তাহা গর্ভ কেশরের গোড়ার পৌছাইয়া বীজের সৃষ্টি করে। গর্ভকেশরের গোড়ার অংশ এইভাবে বড় হইয়া শুষ্ক হইতে পরিণত হয় এবং ইহার মধ্যস্থ বীজগুলিই মটর



৪৪ নং চিত্র—মটর ফুল

দানা। ইহা বা শুঁটির ভিতর সারিবদ্ধভাবে শুঁটিব একপাশে এক একটি বোটার সাহায্যে ঝুলিতে থাকে। একটি ফুলেব পুরুষ কেশরের পরাগ ঐ ফুলের গর্ভকেশবে আসিয়া পড়িলে কিন্তু ফল হইবে না। ফুলেব বর্ণে, গন্ধে ও বিচিত্র শোভায় আকৃষ্ট হইয়া কীট পতঙ্গাদি যখন একটি ফুলেব পুরুষ কেশরের পবাগ দেহে লাগাইয়া আনিয়া অল্প ফুলেব গর্ভকেশবে পৌছাইয়া দেয় তখনই ফল ধবে।

মটব শুঁটি বা দানা কাঁচা বেলায় দেখিতে সবুজ, পাকিয়া শুকাইয়া গেলে হল্দে হইয়া যায়। মটব শুঁটি বেশ শুকাইয়া গেলে আপনা আপনি ফাটিয়া যায় ও ইহার ভিতর হইতে মটর দানা ছিটকাইয়া যায়। তাই চাষীবা পাকা শুঁটি সমেত গাছ উপড়াইয়া আনিয়া জমা করে এবং বোজে শুকাইয়া গরুঘা বা মাড়িয়া ইহা হইতে মটব কড়াইএব দানাগুলি পৃথক কবে।

মটবেব কচি নবম গাছ শাক হিসাবে আমবা খাই। মটব ডাল আমাদেব ভোজ্য। ইহাব খোসা গকব খাও। শুকনা ডাল শুঁড়া কবিয়া ব্যাসন প্রস্তুত হয়। ভিজা ডাল বাটিয়া নানাকপ মুখবোচক খাও প্রস্তুত করা যায়।

ধান ও মটরের তুলনা

ধান

- ১। একবীজ পত্রী
- ২। প্রধান মূল কিছুদিন পবে শুকাইয়া যায়। শুক্ণমূল ইহাকে সজীব রাখে।
- ৩। কাণ্ড কাঁপা এবং তাহাতে পর্ব ও সন্ধি পর পর থাকে।
- ৪। পাতা মৌলিক, লম্বা এবং হুচাল, শিরা সমান্তরাল
- ৫। কাণ্ডের ডগায় একটি শীবে ফুল ও ফল ধরে। বৃতি ও পাগড়ি পরিকট নয়।
- ৬। গাছ বাল জাতীয়।

মটব

- ১। দ্বিবীজপত্রী
- ২। প্রধান মূল বর্ষাবর নিচে নামিতে থাকে এবং তাহা হইতে শাখা প্রশাখা বাহিব হয়
- ৩। কাণ্ড কাঁপা নয়—পর্বসন্ধি আছে।
- ৪। যৌগিক পাতা—পাতার ডগায় আকর্ষ, শিরা জালের মত
- ৫। বৃতি পদ্মকাটা বাটির মত। পাঁচটি পাগড়ি জুড়িয়া লোকায় আকার ধারণ করে।
- ৬। গাছ লতা জাতীয়

সংক্ষেপ :—ধান বিভিন্ন প্রকারের—সর ও মোটা ইত্যাদি। চাবের সময় হিসাবে ভিন্ন রকম ধান—আশু, আমন ও বোরো। জমি যত নিচু হয় সেখানে তত মোটা ধান জন্মায়। ধানের গাছ কাপা। খাদ্য হিসাবে কোন শস্ত পৃথিবীতে এত অধিক পরিমাণে জন্মায় না। মটরও ধানের স্তার ভারতবাসীর নিত্য ভোজ্য। ইহার গুড় ভূমিতে শীতকালে জন্মায়। মটরের গাছ লতানে, পাতা পোল—গাছে আকর্ষ আছে; ইহার ফুল দেখিতে মনোরম। গুঁটির ভিতর অনেকগুলি দানা সারিবদ্ধভাবে পৃথক পৃথক বোটার বুলিতে থাকে।

চতুর্থ প্রশ্নমালা

১। ধান বা মটর চাষ বৎসবে কোন সময় হয়? অঙ্কুরোদগম ইহাতে পাকা ধান বা গুড় মটর পর্যন্ত উহাদের গাছের যে পরিবর্তন হয় তাহা লিখ। (What are the times for the cultivation of Paddy and Pea? Describe different stages of a Paddy plant or a Pea plant from the germination up to their harvesting time.)

২। ‘ধান গাছের জীবন’ বা ‘মটর গাছের জীবন’ সম্বন্ধে একটি রচনা লিখ। (Write an essay on life history of ‘Paddy’ or ‘Pea’)

৩। ধান বা মটর ফুল বিকাশ লাভ করিয়া কিরূপে ফলে পরিণত হয় লিখ। (Write what you know of inflorescence of Paddy and Pea.)

৪। ধান ও মটর কি কাজে লাগে লিখ। (State the uses of Paddy and Pea.)

৫। ধান বা মটরের আবাদ কিরূপে হয় লিখ। (Write the process of cultivation of Pea and Paddy.)

৬। ধান ও মটরের পার্থক্য পাশাপাশি লিখিয়া দেখাও। (Tabulate the distinction between Paddy and Pea.)

প্রাণী-বিজ্ঞা

প্রথম পরিচ্ছেদ

জীব ও জীবন লক্ষণ

কলেব সাহায্যে বেল গাড়ী, মোটর গাড়ী, ষ্টীমার, উডোজাহাজ প্রভৃতি কেমন ক্ষতবেগে ছুটিয়া চলে। মানুষ, পশুপক্ষীও এরূপ ছুটিয়া চলিতে পারে। মানুষ, পশু, পক্ষী প্রভৃতির জীবন আছে কিন্তু রেল গাড়ী, মোটর গাড়ী, ষ্টীমারের কিংবা উডোজাহাজের জীবন নাই। যাহাদেব জীবন আছে তাহাদিগকে আমবা জীব (The Living) এবং যাহাদেব জীবন নাই তাহাদিগকে জড় (The Non-living) বলি। আবার দেখ, গাছপালা মানুষের মত পশুপক্ষীর মত বাড়ে কিন্তু তাহাদের মত চলাফেরা কবিত্তে পাবে না। মানুষ যেমন আহাৰ্য গ্রহণ করিয়া তাহার কলেবর পুষ্ট করে গাছ পালাও সেরূপ মৃত্তিকা হইতে তাহার আহাৰ্য সংগ্রহ কবিয়া কলেবর পুষ্ট করে। আমবা জানি মানুষের মত গাছ পালাব জীবন আছে। আবার একটি মিছরী ব দানাকে ঘন মিছরী ব জলে ডুবাইয়া বাখিলে সে দানাটি বড় হইতে থাকে, কিন্তু তাই বলিয়া মিছরী ব দানাব জীবন নাই, একথা আমবা সকলেই স্বীকার করি। এখানে রেল গাড়ী, মোটর, ষ্টীমার, উডোজাহাজ, মিছরী ব দানা প্রভৃতি জড়, কিন্তু মানুষ, পশু, পক্ষী, উদ্ভিদ প্রভৃতি জীব। তাহা হইলে জড় ও জীবের লক্ষণ কি ?

বিশেষ লক্ষ্য কবিলে দেখা যায় জীব মাত্রেয়ই নিম্নলিখিত লক্ষণ গুলি আছে :—

- ১। জীবকোষ (Cell)—জীবের দেহ জীবকোষ দ্বারা গঠিত।
- ২। পুষ্টি (Nutrition)—আহাৰ্য গ্রহণ করিয়া জীবের দেহ ক্রমশ পুষ্ট হয়।
- ৩। বৃদ্ধি (Growth)—সময় সহকারে অঙ্গ প্রত্যঙ্গের বৃদ্ধি হয়।
- ৪। শ্বাসপ্রশ্বাস (Respiration)—শ্বাস প্রশ্বাস গ্রহণ ও ত্যাগ করে।

৫। **নিঃসরণ (Secretion)**—শরীর হইতে অপ্রয়োজনীয় অংশ ত্যাগ করে।

৬। **চলাফেরা (Locomotion)**—শরীর নাড়িতে পারে ও শরীরকে একস্থান হইতে অন্যস্থানে লইয়া যাইতে পারে।

৭। **সংবেদনীয় শক্তি (Response to stimuli)**—আছে ও পারিপার্শ্বিক অবস্থায় নিজেকে চালাইয়া লইতে (Adaptability to environments.) পারে।

৮। **বংশবৃদ্ধি (Propagation)**—কবিত্তে পারে।

৯। **মৃত্যু (Death)**—জীবের মৃত্যু অবশ্যজ্ঞাবী।

জীবকোষের বিষয় দেহতত্ত্বে বিশেষরূপে বলা হইবে। যে সকল জীবকোষ প্রাচীর দ্বারা ঘেঁষা নহে তাহাদেব ঘেঁষা গঠিত দেহ নবম হয় কিন্তু যে দেহ প্রাচীর বেষ্টিত কোষ দ্বারা গঠিত তাহা শক্ত হয়। প্রাচীর বেষ্টিত কোষ দ্বারা উদ্ভিদ-দেহ এবং প্রাচীরহীন কোষ দ্বারা জীবদেহ গঠিত তাই প্রাণী দেহ অপেক্ষা উদ্ভিদেব দেহ কঠিন।

এইখানে একটি কথা বলিয়া রাখি। তোমরা আট দশ দিন পূর্বে জন্মিয়াছে এমন খুব ছোট তেঁতুল চাবাব সহিত একটি বড় তেঁতুল গাছেব তুলনা করিলে দেখিবে ইহাও একই বংশজাত হইলেও ইহাদের শরীরেব পার্থক্য কত অধিক। তেঁতুল চাবাব পাতা, কাণ্ড, শিকড় এবং বড় তেঁতুল গাছেব পাতা, কাণ্ড, শিকড় প্রভৃতির মধ্যে কত পার্থক্য। চারা গাছটিব পাতাগুলি বড় গাছেব পাতা হইতে কত ভিন্ন। ইহার কারণ বয়ো-বৃদ্ধিসহকারে এবং পারিপার্শ্বিক অবস্থায় পড়িয়া বড় গাছেব সম্যক বিকাশ লাভ ঘটিয়াছে, কিন্তু চারা গাছেব এমন সর্বাত্মক বিকাশ লাভ ঘটে নাই, তাই এই পার্থক্য। শিশু সন্তান ও পূর্ণাঙ্গ মানুষের মধ্যেও এমন অনেক পার্থক্য দেখা যায়।

এইবার আমরা সমস্ত জীব জগতকে দুইটি প্রধান অংশে বিভক্ত করিয়া তাহাদের সাদৃশ্য বা পার্থক্য গুলি বিচার করিয়া দেখিব। তাহাদের মধ্যে একটি প্রাণি-জগৎ অপরটি উদ্ভিদ-জগৎ।

প্রাণী এবং উদ্ভিদের মধ্যে সাদৃশ্য বা পার্থক্য :—

প্রাণী	উদ্ভিদ
১। দেহ অনাবৃত্ত জীবকোষ দ্বারা গঠিত।	১। দেহ আবৃত্ত জীবকোষ দ্বারা গঠিত।
২। খাদ্য খাইয়া শরীরের পুষ্টিসাধন করে।	২। জল, মাটি ও বাতাস হইতে বিচিত্র প্রণালী দ্বারা খাদ্য প্রস্তুত করিয়া সেই খাদ্যদ্বারা শরীর পুষ্ট করে।
৩। আহাৰ্য আহারোপযোগী হইলে তবে উদবস্থ করে।	৩। কাঁচা মাংস দেহমধ্যে লইয়া স্বীয় শক্তি দ্বারা আহারোপযোগী করিয়া গ্রহণ করে।
৪। খাদ্যের সাহায্যে শরীর বৃদ্ধি করে ও শরীরের অপচয় নিষ্কাশন করে।	৪। অনুকরণ কার্য করে।
৫। বায়ু হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করে ও অক্সিজেন বাষ্পীভূত করে। (পরে বলা হইবে)	৫। অনুকরণ কার্য করে।
৬। শরীর হইতে অপ্রয়োজনীয় অংশ ত্যাগ করে।	৬। অনুকরণ কার্য করে।
৭। শরীর নাড়িতে পাবে ও ইচ্ছামত চলার ক্ষমতা করিতে পারে।	৭। শরীর নাড়িতে পাবে—বড় বড় উদ্ভিদ চলার ক্ষমতা করিতে পাবে না বটে, ছোট ছোট জলজ উদ্ভিদ চলার ক্ষমতা করিতে পাবে।
৮। সংবেদনীয় শক্তি আছে। চিমটি কাটিলে বেদনা পায়। চতুষ্পার্শ্বের সহিত সামঞ্জস্য রক্ষা করিতে পারে।	৮। সংবেদনীয় শক্তি আছে। লক্ষ্যবস্তুর লক্ষ্য হইলে যেন লক্ষ্যের মুসৃষ্টিয়া যায়। চতুষ্পার্শ্বের সহিত সামঞ্জস্য রক্ষা করিতে পারে।
৯। বংশ বৃদ্ধি করিতে পারে।	৯। বংশ বৃদ্ধি করিতে পারে।
১০। বৃদ্ধি বল ও শরীর মধ্যস্থ নাভের সাহায্যে কার্য নিবন্ধিত করিতে পারে।	১০। বৃদ্ধি আছে বলিয়া জানা যায় না। নাভের সন্ধান পাওয়া যায়।
১১। মৃত্যু আছে।	১১। মৃত্যু আছে।

এতদ্ভিন্ন প্রাণিগণ যেমন ঘুমায় অনেক গাছও তেমনিই ঘুমায়। তেঁতুল, কুম্ভুড়া, খিরিশ, বাবলা প্রভৃতি গাছের পাতা রাত্রিকালে একত্র হইয়া যেন বিম্বাইয়া পড়ে, ইহা ইয়ত অনেকেই লক্ষ্য করিয়া থাকিবে।

এই সমস্ত বিষয় আলোচনা করিলে বুঝা যায়, জীব জগতের মধ্যে মানুষই চরম বিকাশ ও সৃষ্টি রহস্যের সর্বাঙ্গীন উৎকর্ষতা লাভ করিয়াছে—তাই সে জীবজগতের উন্নততম জীব।

জীবের লক্ষণ বিচার করিয়া দেখিলেও আমরা বুঝিতে পারিব, সকল লক্ষণ গুলিই সকল জীবের মধ্যে সম্যকরূপে বিকাশ লাভ করিতে পারে নাই। মানুষের মধ্যে যতগুলি লক্ষণ পূর্ণতা লাভ করিয়াছে ইতর প্রাণিদের মধ্যে ততগুলি লক্ষণ পূর্ণতা প্রাপ্ত হয় নাই। আবার ইতর প্রাণিদের মধ্যে যতগুলি লক্ষণ পূর্ণতা প্রাপ্ত হইয়াছে, উদ্ভিদের মধ্যে হয়ত ততগুলি লক্ষণ পূর্ণতা প্রাপ্ত হয় নাই।

জড় পদার্থের মধ্যে উপরোক্ত জীবন লক্ষণের কোনটি দৃষ্ট হয় না। উদ্ভিদ তাহাদের বিভিন্ন দেহাংশ দ্বারা কার্যগুলি সম্পন্ন কবে দেখিয়াছ। যখন প্রাণিদের ঐ সকল দেহাংশের বিষয় বলা হইবে তখন তাহাদের কার্য কবির প্রণালী গুলিও বর্ণিত হইবে।

সংক্ষেপঃ—বাহাদের জীবন আছে তাহারা জীব, বাহাদের জীবন নাই তাহারা জড়; উদ্ভিদ সেই হিসাবে জীব। জীবদেহ কোব দ্বারা গঠিত। ইহারা খাদ্য খাইয়া দেহ পুষ্ট কবে ও অপচয় নিবারণ করে, শ্বাস লয়, অপ্রয়োজনীয় অংশ ত্যাগ করে ও বংশবৃদ্ধি কবে, ইচ্ছামত অনেক চলাফেরা কবিত্তে পারে, সংবেদন শক্তি আছে।

প্রথম প্রশ্নমালা

১। জীবনের কি কি লক্ষণ থাকা চাই? লক্ষণগুলির সম্বন্ধে আলোচনা কর। (What are the signs of life? Give an account of those signs.)

২। উদ্ভিদকে জীব বলা বাহিতে পারে কি? যদি পারা যায় তবে কেন? (Have the plants life? How can it be proved?)

৩। প্রাণী ও উদ্ভিদের মধ্যে কি কি সাদৃশ্য ও কি কি বৈষম্য দেখা যায় পাশাপাশি লিখিয়া দেখাও। (Distinguish between a plant and a living being.)

৪। কি কি বৈশিষ্ট্য দ্বারা জীব ও জড়ের পার্থক্য বুঝা যায়? (What are the characteristics which distinguish between the living from the non-living?)

(কঃ বিঃ ১৯৪০)

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ

প্রাণীদের শ্রেণী বিভাগ

পৃথিবী জুড়িয়া যেমন অসংখ্য প্রকারের উদ্ভিদ আছে, তেমনই স্থল, জল ও আকাশ জুড়িয়া কত যে বিভিন্ন প্রকারের জীব বিচরণ করিতেছে তাহার সংখ্যা নির্ণয় কবিতে কে পাবে? ইহাদেব দেহ গঠন হইতে আরম্ভ কবিয়া আচার ব্যবহার ও জীবন যাত্রাব প্রণালী এত বিভিন্ন যে চিন্তা কবিয়াও তাহাদেব ধারণা কবা যায় না। এক ফোঁটা জল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে দেখিলে তাহাতে যে অসংখ্য জীবাণু দেখা যায় তাহাবা যেমন প্রাণী, পূর্ণাঙ্গ মানুষ, গরু, মহিষ, সিংহ, হাতী ইত্যাদিও তেমনি প্রাণী। ইহাদেব প্রত্যেকটিব পবিচয় লওয়া মান্তবেব সাধ্যাতীত। কিন্তু শ্রেণী বিভাগ করিয়া কোন্ জীব কোন্ শ্রেণীৰ অন্তর্গত ইহা নির্ণয় কবিতে পাবিলে তাহাদেব প্রকৃতিগত সাদৃশ্য বা বৈষম্য হইতে তাহাদেব সম্বন্ধে অনেক কিছু ধারণা কবিতে পাবা যায়।

মানুষ, সিংহ, ব্যাঘ্র, গরু, চাগল, কুকুৰ, বিড়াল, পাখী, সাপ, ব্যাঙ ও মাছ— এই সকল জীবদেহে হাড় দেখিতে পাওয়া যায়, কিন্তু প্রজাপতি, পিপীলিকা, মোমাছি, মাকডসা, কঁচো, জোঁক, শামুক এবং ঝিঝি প্রভৃতি জীবের দেহে হাড় নাই। শরীরের সমস্ত হাড়ের মধ্যে শিরদাঁড়া বা মেরুদণ্ডই সর্বাপেক্ষা প্রয়োজনীয় এবং প্রধান। এই মেরুদণ্ড আছে বলিয়াই মানুষ খাড়া হইয়া চলিতে পাবে; গরু, ঘোড়ার দেহগঠন এই মেরুদণ্ডেব জন্তই সূদৃঢ় থাকে। কিন্তু এই মেরুদণ্ড একখানি হাড় নহে, একসঙ্গে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ বহু সংখ্যক হাড় দিয়া ইহা গঠিত। এইজন্ত মেরুদণ্ডবিশিষ্ট প্রাণিগণ স্ব স্ব দেহ অল্লাধিক পবিমাণে ঝাঁকহিতে সমর্থ হয়।

• সাপ, গিরগিটি, কুমীর প্রভৃতি সবীস্থপ, কুকুৰ, ঘোড়া, গরু সিংহ, ব্যাঘ্র

প্রভৃতি পশু, কাক, চিল, শকুন, সালিক প্রভৃতি পক্ষী, কই, কাতলা প্রভৃতি মাছ, এবং মানুষ প্রভৃতি জীবের দেহগঠন তুলনা করিলে দেখা যায় ইহাদের সকলের দেহ একটি লম্বা হাড়ের কাঠামোব উপর নির্মিত। এই লম্বা কাঠামোর প্রধান হাড়টি মেরুদণ্ড। যে সকল জীবের মেরুদণ্ড আছে তাহাদিগকে **মেরুদণ্ডী** (Vertebrata) বলা হয়। আবার এই মেরুদণ্ডের শাখাব গ্নায় কতকগুলি হাড় বাহিব হইয়া জীব-গণের হস্ত পদাদি কাঠাম ঠিক করে। মানুষের হাত পা যতটা প্রত্যক্ষ, ইতব প্রাণীদের হাত পা তত প্রত্যক্ষ নহে। চতুষ্পদ জন্তু এবং গিবগিটি ও টিকটিকি প্রভৃতি চতুষ্পদ সরীসৃপের দুইটি হাত বা দুইটি পা, চারিটি পায়েব মতই দেখায়, এবং সেইরূপ কাজও করিয়া থাকে। কিন্তু যদি এই সকল প্রাণী খাড়া হইয়া চলিতে পাবিত তাহা হইলে ইহাদের সম্মুখের পা দুইটি উহাদের হাত বলিয়া মনে হইত। কুকুর, বিড়াল, ব্যাঘ্র, সিংহ প্রভৃতি জানোয়াবদিগকে দেখা যায় একটি পায়ে কোন বস্ত্র চাপিয়া ধরিয়া অস্ত্র পায়ে তাহা ছিঁড়িয়া ফেলে। এস্থলে পা দিয়া তাহারা হাতেব কাজই করিয়া থাকে। হুম্মান, বনমানুষ প্রভৃতি প্রাণীদিগকে সামনেব দুইটি পা দিয়া হাতেব কাজ করিতে বিশেষরূপে দেখা যায়। কিন্তু সাপেব এরূপ হাত পা দেখা যায় না।

পক্ষীদের মধ্যে চতুষ্পদ জানোয়াবদের মত সামনে দুইটি পা দেখিতে পাওয়া যায় না বটে, দুইটি ডানা তৎপরিবর্তে তাহাদের হাতের স্থান অনেক প্রয়োজনীয় কাজ করিয়া থাকে। মাছেব এরূপ হাত পা কিছুই নাই। কিন্তু পরিবর্তে আছে দুই জোড়া পাখনা—যাহাব দ্বারা ইহাবা জলে সাঁতার দিয়া থাকে। প্রকৃত প্রস্তাবে ইহারা হাত পায়েরই কাজ করে। গাছপালার কথায় আমরা দেখিয়াছি কোন কোন গাছেব কোন এক বিশেষ অঙ্গ কোন এক বিশেষ কাজ করিবার জন্য যেরূপ রূপান্তরিত হয়, মেরুদণ্ডী প্রাণীদের হাত পা প্রভৃতি অঙ্গ প্রত্যঙ্গও তেমনই নানারূপে প্রকাশ পায়। কাজ করিবার পক্ষে মানুষের হাত পা'ই যথেষ্ট। কিন্তু অস্ত্রান্ত্র প্রাণীকে লেজ দিয়াও অনেক কাজ করিতে হয়। তাহা হইলে সকল মেরুদণ্ডী প্রাণী'ব দেহ দুইটি প্রধান ভাগে বিভক্ত করা যাইতে পারে, যথা—মুণ্ড ও

খড়। কোন কোন প্রাণীর খডেব পাশ হইতে হাত, পা, ডানা, লেজ ইত্যাদি শাখা বাহির হয়, কাহারও হয় না। মুণ্ডে সাধারণত চোখ, মুখ, নাক, কান, ইত্যাদি এবং খডে কঁধ, পেট, পিঠ, হাত, পা, লেজ থাকে। বৃকে মেরুদণ্ড হইতে কতকগুলি শাখা হাড় বাহির হইয়া একটি খাঁচা প্রস্তুত করে। এই খাঁচাব ভিতব থাকে তাহাদের সর্বাপেক্ষা প্রয়োজনীয় যন্ত্র হৃদপিণ্ড, ফুস্ ফুস্ ইত্যাদি। ইহারা অতিশয় স্কুমাৰ বলিয়া ভগবান ইহাদিগকে ঐ খাঁচার ভিতব স্থান দিয়া সুবক্ষিত কবিষাছেন। হাত, পা ও লেজ সাধাবণত লম্বা হাড় দিয়া প্রস্তুত। হাতে এবং পায়ে প্রশাখার মত যে আঙ্গুল বাহিব হয় তাহাও কতকগুলি ছোট লম্বা হাডেব সমষ্টি মাত্র। মাথায যে আমাদের যন্ত্র আমাদের সকল কর্ম নিয়ন্ত্রিত কবিতোছে তাহা অতীব স্কুমাৰ এবং সর্বাধিক প্রয়োজনীয়। সেজন্য ইহা হাডে প্রস্তুত একটি কোঁটায় কোঁশলে সুবক্ষিত।

যে সকল প্রাণী মেরুদণ্ড নাই তাহাদিগকে **অমেরুদণ্ডী** (Invertebrata) প্রাণী বলা হয়। মেরুদণ্ডী প্রাণীও যেমন অসংখ্য প্রকারেব অমেরুদণ্ডী প্রাণীও তেমনি অসংখ্য প্রকারেব। তাই আবার উক্ত দুই প্রকার প্রাণীকেই আরও বিভিন্ন প্রকার পর্বেব অন্তর্ভুক্ত করা কয়।

মেরুদণ্ডী প্রাণীদিগকে, মাছ, সবীম্প, পাখী, চতুষ্পদ ও মানুষ প্রভৃতি শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়। তন্মধ্যে মাছেব সষক্কে তোমাদিগকে কিছু বলা হইয়াছে এবং পবে কিছু বলা হইবে। চতুষ্পদ জন্তুদেব মধ্যে গরু, ছাগল, ভেড়া প্রভৃতি পশুর দুধ খাইয়া আমাদের শিশুগণ পুষ্টলাভ করে। আমাদের মাতৃবক্কে দুধ এত প্রচুর পবিমাণে পাওয়া যায় না যাহাতে কেবলমাত্র সেই দুধ খাইয়া আমাদের শিশুগণ বাঁচিতে পাবে। তাই আমবা ইতর প্রাণীর দুধ সংগ্রহ করিয়া থাকি। চতুষ্পদ প্রাণিগণ তাহাদের সন্তানদিগকে স্তন্যপান কবাইয়া বাঁচাইয়া রাখে, কিন্তু সকল ইতব প্রাণী তাহাদের শিশুদিগকে স্তন্যপান কবায় না। যে সকল প্রাণী স্তন্যপান কবাইয়া শিশুদিগকে বাঁচাইয়া রাখে তাহাদিগকে **স্তন্যপায়ী** (Mammal) বলা হয়। মানুষ এবং **গরু** স্তন্যপায়ী প্রাণী।

অত্যন্ত প্রাণী হইতে স্তন্যপায়ীর অনেক পার্থক্য দেখা যায়। স্তন্যপায়ীদের গর্ত হইতে একেবারে সন্তান ভূমিষ্ট হয় ; কিন্তু অল্প প্রাণীর ডিম হয়। তাই যে সকল প্রাণীর ডিম হয় তাহাদিগকে অনেক সময় দ্বিজ বলা হয়। পাখীরা দ্বিজ। সমস্ত স্তন্যপায়ী জীবের দাঁত আছে বলিয়া ইহারা খাণ্ড চিবাইয়া খায়।

স্তন্যপায়ী প্রাণীর মধ্যে আবার দুই বকম প্রাণী দেখা যায়—মাংসাশী (Carnivorous) ও নিরামিষাশী (Vegetarian)। মাংসাশী প্রাণী সাধারণত হিংস্র। ইহাদের দেহগঠন শিকারের উপযুক্ত বলিয়া অপেক্ষাকৃত হালকা; ইহাদের পেট ছোট, পাগুলি দৌড়াইবার পক্ষে অতিশয় সুবিধাজনকভাবে গঠিত; দাঁত ও নখ অতিশয় ধারাল এবং ভয়ঙ্কর অস্ত্রের কাজ করে। নিরামিষাশী প্রাণীদের দেহ অপেক্ষাকৃত স্থূল এবং ভারী। দাঁত তত তীক্ষ্ণ নয়, ইহাদের উদর বৃহৎ। ইহাদের নখ নাই; তৎপবিবর্তে খুব আছে।

শিশুদিগকে স্তন্যপান করাইবার জন্য স্তন্যপায়ী জীব অধিক দিন আপন সন্তানের সংস্রবে থাকে বলিয়া ইহাদের সন্তান বাৎসল্য অতীব প্রবল। ইহাদের দৃষ্টিশক্তি, ভ্রাণশক্তি এবং শ্রবণশক্তি অত্যন্ত প্রাণীদের অপেক্ষা অধিকতর প্রবল। স্তন্যপায়ী জীবগণের স্বভাব এবং দেহ গঠন প্রণালী অনেকটা মানুষের স্বভাব এবং দেহগঠন প্রণালীর মত।

মেরুদণ্ডী প্রাণীদের সকলগুলির বিষয়ে তোমাদের অল্প বিস্তর জ্ঞান আছে। কিন্তু অমেরুদণ্ডী প্রাণীদের বিষয় শুনিলে তোমরা আশ্চর্য্যবিত্ত হইয়া যাইবে। এক্ষণে মেরুদণ্ডী ও অমেরুদণ্ডী প্রাণীদিগকে পৰ্য্যায়ক্রমে (Phyla) সাজাইয়া তাহাদের সম্বন্ধে নিচে বলা হইল।

প্রথম পর্ব—প্রোটোজোয়া (Protozoa) বা আন্তপ্রাণী :—এই পর্বের প্রাণিগণ এক কোষ (Cell) বিশিষ্ট। ইহারা এত ক্ষুদ্র যে অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্য ছাড়া ইহাদিগকে দেখা যায় না। মানুষ বা অত্যন্ত প্রাণীর দেহে থাকিয়া ইহারা রোগ জন্মায়। অ্যামিবা নামক প্রোটোজোয়া হইতে আমাশয় এবং ম্যালেরিয়ার বীজাণু হইতে ম্যালেরিয়া রোগ হইয়া থাকে। ইহারা জলময় পদার্থে

বা স্থলে ভালভাবে থাকিতে পারে। কিন্তু ইহারা জলে স্থানে শূন্যে সকল জায়গায় থাকে। একটি কোষের সাহায্যে ইহারা হাত, পা, মুখ, নাক প্রভৃতি ইঞ্জিয়ারে কাজ করিয়া থাকে। ইহাদের একটি প্রাণীর দেহ ভাঙ্গিয়া একটি ক্রমে আর একটি প্রাণী জন্মায়। এইরূপে ইহাদের বংশ বৃদ্ধি হয়।

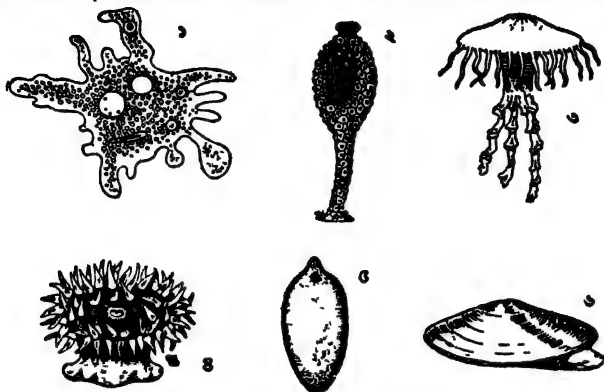
দ্বিতীয় পর্ব—পরিফেরা (Porifera) বা ছিঁজাল প্রাণী :—ইহারা সমুদ্র গর্ভে অধিক পরিমাণে থাকে। ইহাবা জলেই বাস করে। দেখিতে সবুজবর্ণের বলিয়া ইহাদিগকে উদ্ভিদ বলিয়া ভ্রম হয়। স্পষ্ট এই সকল প্রাণীব দেহাবশেষ ছাড়া আর কিছুই নহে। ইহাদের দেহে বহু ছিদ্র আছে। ইহাবা জলমিশ্রিত খাদ্য এই ছিদ্র দিয়া গ্রহণ কবে আবার দূষিত পদার্থও ঐ সকল ছিদ্র দিয়া বাহির কবিয়া দেয়। ইহাদের দেহ দুইস্তরে সজ্জিত।

তৃতীয় পর্ব—সিলেন্টারেটা (Coelenterata) বা একনালী দেহী :—ইহাবাও জলচর প্রাণী এবং ইহাদের দেহও দুইস্তরে গঠিত। ইহাদের দেহে একটি মাত্র ছিদ্র আছে তাই দিয়া ইহাবা আহার গ্রহণ ও দূষিত পদার্থ ত্যাগ কবে। ইহাদের অনেকের শুঁড় (Tentacle) আছে। তদ্বারা ইহারা শত্রুর আক্রমণ হইতে আত্মরক্ষা কবে। হাইড্রা (Hydra), জেলি-মাছ (Jelly-fish), সাগর কুহুম (Sea anemone) প্রভৃতি এই জাতীয় জীব, সমুদ্র গর্ভস্থ প্রবাল ইহাদের দেহাবশেষ। তোমরা প্রবাল দ্বীপের কথা নিশ্চয় শুনিয়াছ।

চতুর্থ পর্ব—প্ল্যাটিহেল্মিন্থেস (Platyhelminthes) বা চ্যাপ্টা কৃমি :—ইহাদের দেহ চ্যাপ্টা। মাছ এবং পক্ষ প্রভৃতি উচ্চশ্রেণীর প্রাণীব যকৃতের ইহারা জন্মিয়া থাকে বলিয়া ইহাদিগকে যকৃত কৃমি (Liver Fluke) বলা হয়। ইহারা অধিকাংশ উভয় লিঙ্গ।

পঞ্চম পর্ব—নিম্যাথেল-মিন্থেস (Nemathelminthes) গোলা কৃমি-মাছ বা উচ্চশ্রেণীর প্রাণীদের দেহে ইহারা বাস কবে। ইহাবা স্তন্যপায়ী এবং ইহাদের স্বল্প স্বল্প। মলের সহিত যে কৃমি বাহির হয় তাহারা এই জাতীয়

জীব, ইহাদের মুখ, পৌষ্টিক নালী ও পায়ু আছে। ইহাদের দেহের আবরণ অপেক্ষাকৃত পুরু অথচ স্বচ্ছ। ইহাদের বেশীর ভাগ জীবের স্ত্রী ও পুরুষ জন্মায়।



১ নং চিত্র—প্রোটোজোয়া, শিল্প ও সাগর কুহুম

ষষ্ঠ পর্ব—আনেলিডা (Annelida) বা অঙ্গুরী মালা :—পর পর্ব কতকগুলি

আংটি সাজাইয়া লম্বা কবিলে
যে রূপ দেখায় ইহাদের দেহ
দেখিতে সেইরূপ, ইহাদের
দেহ স্বচ্ছত্বক (Cuticle)
দ্বারা আবৃত। কেঁচো এবং
জোক প্রভৃতি জীব এই
পর্বভুক্ত। ইহাদের কাহারও
কাহারও গায়ে কিটা
(Chaeta) আছে। ইহারা
উভয় লিঙ্গ।



২ নং চিত্র—ভাঙ্গা মাছ ও জোক

সপ্তম পর্ব—একাইনোডার্মাটা (Echinodermata) কণ্টকত্বক :—

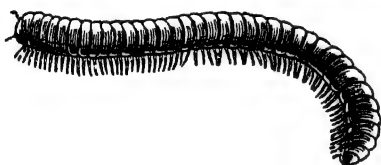
ইহাদের দেহ চূন জাতীয় পদার্থ দ্বারা গঠিত এবং সারা দেহ কণ্টকময়। ইহাদের রূপের বৈচিত্র্য ইহাদিগকে মনোরম করিয়া তুলে। সমুদ্র জলে ইহারা বাস করে। তারা মাছ (Star fish) এবং শুঁয়াযুক্ত তারা মাছ এই পর্বভুক্ত প্রাণী। ইহাদের জী-পুরুষ ভেদ আছে। ইহারা মন্থরগামী প্রাণী।

অষ্টম পর্ব—অর্থ্রোপোডা (Arthropoda) সন্ধিপদ :—ইহাদের



৩নং চিত্র—কয়েকটি সন্ধিপদ প্রাণী

দেহে জোড়া জোড়া পা থাকে বলিয়া এইরূপ নাম হইয়াছে। চিংড়ি, কেম্রো,



৪নং চিত্র—কেম্রো

পিপীলিকা, বিছা, মাছি, মশা, কাকড়া প্রভৃতি প্রাণী এবং অগ্নাণ্ড কীট পতঙ্গাদি এই পর্বভুক্ত। ইহাদের দেহ অপেক্ষাকৃত কঠিন একটি

আবরণে আবৃত এবং দেহ-

গুলি খণ্ড খণ্ড অঙ্গুবীর সমাবেশের দ্বারা। চিংড়ির মুখের দুইধাৰে ঠোঁটের দ্বারা যে পাতলা অংশ আছে তাহাকে ইহাদের প্রবর্ধন (Appendage) বলে। এই জাতীয় অনেক প্রাণীরই এইরূপ প্রবর্ধন আছে। ইহাদের দেহ এমনভাবে গঠিত যে মাঝামাঝি কাটিলে দুইটি অঙ্গরূপ অংশে ইহারা বিভক্ত হইতে পারে। ইহাদের মধ্যেও জী-পুরুষ আছে।

নবম পর্ব—মলাস্কা (Mollusca) শব্দ :—ইহারা মন্থরগামী এবং ভীক-স্বভাব জীব। ইহাদের দেহও একটি চূন জাতীয় কঠিন আবরণে আবৃত থাকে ,

মাংসল দেহ ইচ্ছামত ঐ খোসার ভিতরে লইয়া যাইতে ও বাহিরে আনিতে



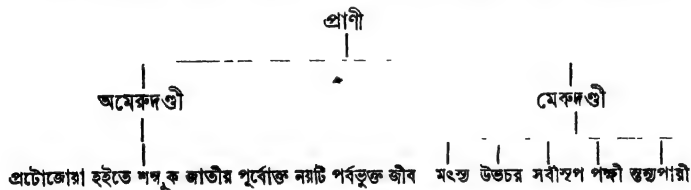
এক চিত্র—শামুক

পারে। ইহাদের শ্বাস গ্রহণ, রক্ত সঞ্চালন প্রভৃতি ক্রিয়া মেরুদণ্ডী প্রাণীর মতই হইয়া থাকে। ইহাদের দেহের কঠিন আবরণ পোড়াইয়া চুন প্রস্তুত করা যায়। ইহাদের মধ্যে কোন কোন জীবের স্ত্রী ও

পুরুষ জন্মায় আবাব কোন কোন জাতীয় উভয় লিঙ্গ। শামুক, বিহুক, শাঁখ প্রভৃতি এই পর্বভুক্ত জীব।

দশম পর্ব—**কর্ডাটা** (Chordata) **মেরুদণ্ডী** :—ইহাই প্রাণীদের মধ্যে উচ্চতম শ্রেণীর জীব। অল্প সকল জীব হইতে ইহাদের প্রধান বিশেষত্ব এই যে ইহাদের মেরুদণ্ড ও মস্তিষ্ক আছে। ইহাদের কথা পূর্বে ই বলা হইয়াছে।

নিম্নে প্রাণীদের শ্রেণী বিভাগেব একটি তালিকা প্রস্তুত করিয়া দেওয়া হইল।



মেরুদণ্ডী ও অমেরুদণ্ডী প্রাণীদের তুলনা

অমেরুদণ্ডী

- ১। মেরুদণ্ড নাই
- ২। বাহাদের নার্ভ আছে, তাহাদের পেটের দিকে নার্ভ আছে।
- ৩। ক্যারিংসে ছিদ্র নাই, শ্বাসকার্বেব অল্প ব্যবস্থা আছে
- ৪। অনেকের চক্ষু নাই, বাহাদের চক্ষু আছে তাহাদের অবিকার্যের পূজাশি
- ৫। বাহাদের হৃদয় আছে তাহাদের হৃদয় পিঠের দিকে অবস্থিত

মেরুদণ্ডী

- ১। মেরুদণ্ড আছে
- ২। সকলের নার্ভ আছে এবং তাহা পিঠের দিকে
- ৩। ক্যারিংসে ছিদ্র আছে তদ্ব্যবস্থাই শ্বাস কার্বেব ব্যবস্থা আছে
- ৪। সকলেরই সরল চক্ষু আছে।
- ৫। সকলের হৃদয় আছে তাহা পেটের দিকে

অং স্ক্রিপ—পৃথিবীতে অসংখ্য প্রকারের জীব বর্তমান, জলের জীবাণু, আশাশয়, ম্যালেরিয়া প্রভৃতি রোগের বীজাণু যেমন প্রাণী, কৃষি, কীট পতঙ্গ হইতে গরু, মহিষ প্রভৃতি জন্ত ও মানুষ তেমনই প্রাণী। কিন্তু এতোক প্রকার জীবদেহের গঠন, জীবন ধারা, আকার অবয়ব প্রভৃতি বিভিন্ন, সেই হিসাবে সমস্ত প্রাণীদ্বিগকে দশটি গর্বে বিভক্ত করা হয়।

দ্বিতীয় প্রশ্নমালা

১। প্রাণী-জগতের বিভিন্ন শ্রেণীগুলির বর্ণনা কর। (Write down general classification of the living)

২। একমালীদেহী এবং অনুরীমাণ প্রাণীদের পার্থক্য কি? (What are the peculiarities of the following phyla—Cœlenterata and Annelida)

৩। মেরুদণ্ডী এবং অমেরুদণ্ডী প্রাণীদের তুলনা কর। (Compare vertebrata with invertebrata)

তৃতীয় পরিচ্ছেদ

কয়েকটি কীট পতঙ্গ

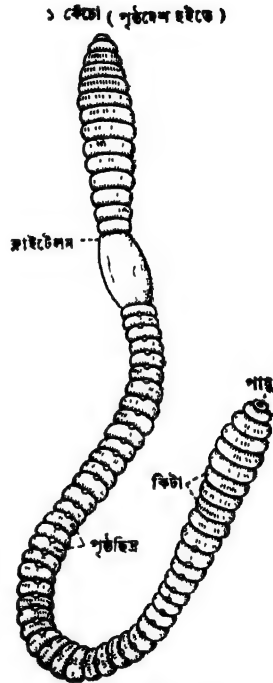
কৈচো

কৈচো অল্পরীমাল পৰ ভুক্ত উভয়লিঙ্গ অর্থাৎ ইহাদেব প্রত্যেকটিকে স্ত্রী বা পুরুষ দুই বলা যায়। ইহাদেব দেহেব কিছু অংশ কাটিয়া দিলে আবার তাহা বাড়িয়া যায়। ইহাবা মাটির নিচে বাস কবে। আহাব অশ্বেষণ কালে ইহাবা মাটির উপরে আসে—কার্য সিদ্ধ হইলে আবার মাটির নিচে চলিয়া যায়। সাধারণত দিনের আলোতে ইহাবা বাহিবে আসে না। কৈচো অতি ভীক প্রাণী এবং জগতে কাহাবও অনিষ্ট কবে না বলিলেই চলে। ইহাবা মাটি ও গাছেব পাতা খাইয়া বাঁচিয়া থাকে। কিন্তু বিষ্ঠা রূপে যাহা ত্যাগ কবে তাহা দেখিতে মাটির সরু দড়ির মত। এইরূপ মাটির দড়ি যেখানে দেখা যাইবে অহুমান কবিত্তে পারা যায় সেখানে মাটিতে কৈচো আছে। কৈচো মাটির নিচে যাইবার সময় মাটিতে যে গর্ত হয় তাহাতে নিকটবর্তী উদ্ভিদেব প্রভূত উপকাৰ হয়। ঐ পথে বায়ু প্রবেশ করিয়া গাছেব উপকাৰ সাধন কবে। কৈচো নিবীহ প্রাণী এবং উদ্ভিদেব উপকাৰী বটে কিন্তু মাছ ব্যাঙ হইতে আবস্ত করিয়া এমন কি পিপীলিকা ও পতঙ্গ ইহাদেব শত্রু। সুবিধা পাইলে সকলেই কৈচো খাইয়া থাকে। ইহারা সাধারণত ভিজা মাটিতে থাকিতে ভালবাসে। তাই বর্ষাকাল অপেক্ষা শীতকাল এবং গ্রীষ্মকালে ইহাবা মাটির বহু নিচে যেখানে অধিক ভিজা মাটি আছে সেখানে নামিয়া যায়। ইহাদেব যাইবার সময় মাটিতে যে গর্ত হয় তাহা অধিকাংশ আঁকা বাঁকা হয় না। প্রথমে মাটির উপর হইতে খানিকটা দূর পর্যন্ত নিচে নামিয়া পরে আপন সুবিধা মত বাকিয়া ভিজা মাটিতে বাস করে। ভিজা মাটি না পাইলে ইহারা পাঁচ ছুট নিচেও নামিয়া যায়। কৈচোর স্পর্শ শক্তি অতীব ভীত। কোনরূপে ইহার গায়ে কিছু লাগিলেই ইহারা সিটকাইয়া

উঠে। ইহাদের চোখ নাই কিন্তু কয়েকটি বিশিষ্ট আংটিতে আলো পড়িলে চমকিয়া উঠে। ইহাদের শ্রবণেন্দ্রিয়ও নাই। ইহারা যখন মাটির নিচে থাকে তখন তাহাদের আবাস-গতের মুখ ঢিল বা পাতা দিয়া বন্ধ করিয়া রাখে। ঐ পাতা আবার প্রয়োজনমত খাইয়া থাকে।

জীবিত অবস্থায় কৈচোব ব্যবচ্ছেদ কবা যায় না। কারণ ছুঁইলেই ইহাবা দেহ সঙ্কুচিত করিয়া লয় তাহা পূর্বেই শুনিয়াছি। তাই ইহাব দেহেব যন্ত্রাদি কিরূপে বিস্তৃত তাহা জানিবাব জন্য ব্যবচ্ছেদ করিবাব পূর্বেই ইহাদিগকে মাঝি ফেলিতে হয়। যাহাতে ইহাদের দেহ প্রসারিত করিয়া ব্যবচ্ছেদেব উপযোগী করিয়া মারিতে পাযা যায় তজ্জন্ত এক ভাগ মেথিলেটেড স্পিবিটে দশ ভাগ জল দিয়া ইহাদিগকে সেই মিশ্র জলে কিছুক্ষণ ডুবাইয়া রাখিতে হয়। মরিয়া গেলে একটি ব্যবচ্ছেদ থালে (Disecting tray) মোমের উপর ইহাব ছুই, প্রান্তে দুইটি পিন দিয়া মোমে পুতিয়া ইহাকে লম্বা করিয়া রাখিতে হয়। পবে আন্তে আন্তে

চিমটার দ্বারা উপবের আবরণটি টানিয়া কাঁচি দিয়া বরাবর লম্বাভাবে কাটিয়া ঐ আবরণটির দুই দিকে পিন পুতিয়া প্রসারিত করিয়া রাখিতে হয়। ব্যবচ্ছেদেব জন্ত বড় কৈচো লওয়ারই সুবিধাজনক। তাহাতে ইহাদের দেহযন্ত্রেব বিস্তার দেখিতে সুবিধা হয়। আমাদের দেশে নানা রকম কৈচো পাওয়া যায়। কিন্তু

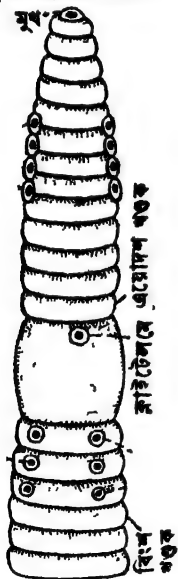


৩৭ চিত্র—কৈচোর অবয়ব

তাহা আকারে তত বড় হয় না। দক্ষিণ আফ্রিকায় এমন কি সাপের মত চারি পাচ ফুট দীর্ঘ লম্বা কেঁচো দেখিতে পাওয়া যায়। ব্যবচ্ছেদের সময় আমাদের দেশের কেবেটিমা (Pheretima) জাতীয় কেঁচো লওয়া হয়। ইহারা দৈর্ঘ্যে আট ইঞ্চি পর্যন্ত হইয়া থাকে।

কেঁচোর দেহ যন্ত্র:—পূর্বোক্ত প্রকারে একটি কেঁচোব দেহ পরীক্ষা করিলে দেখিবে প্রত্যেক কেঁচোর দেহ এক শত হইতে একশত কুড়িটি

২ কেঁচোর
(উদয়দেশ হইতে)



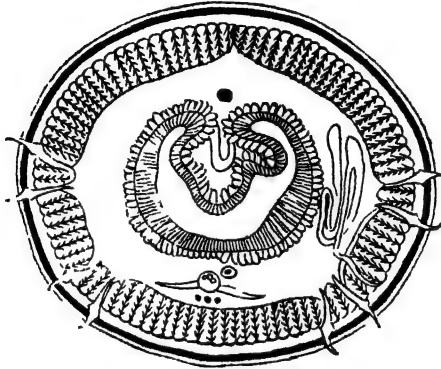
১ নং চিত্র—কেঁচোর সমুখ ভাগ

(Chaetapoda) বলা হয়।

অঙ্গুরীর সমাবেশে গঠিত, মুখ হইতে ক্রমে মোটা হইয়া আবার সরু হইয়া যায়। মুখ হইতে প্রায় ১৩টি অঙ্গুরী পবে একটি অপেক্ষাকৃত চওড়া অঙ্গুরীর নাম ক্লাইটেলাম (Clitellum)। ইহা তিনটি অঙ্গুরীর সমাবেশে গঠিত বলিয়া মনে হয়। প্রথম আটটি উপর দিকে একটি মাংসল পিণ্ড কেঁচোব ওষ্ঠ (Prostomium)। ওষ্ঠের মধ্যে যে ছিদ্র আছে তাহাই কেঁচোব মুখ এবং অপর প্রান্তের অঙ্গুরী ছিদ্রটি ইহার পায়ু। বৃক্কের দিক অপেক্ষা ইহাদের পিঠের দিক অধিকতর কৃষ্ণবর্ণ। ইহার দেহের উপর এক রকম কূর্চ (Bristle) আছে তাহাকে কিটা বা সিটা (Chaeta বা seta) বলে। এই কিটা প্রথম ও শেষ অঙ্গুরী ছাড়া সকল অঙ্গুরীতে আছে। খসখসে বলিয়া হাত বুলাইয়া এই কিটাব অস্তিত্ব অনুভব করা যায়; কিন্তু চোখে দেখা যায় না। এই কিটার অল্প ইহাকে কিটাপদ

দেহাবরণ :—কৈচোর এইরূপ একটি আংটি আড়াআড়ি লইয়া অণুবীক্ষণ যন্ত্র সাহায্যে ইহাব দেহাবরণ লক্ষ্য কর, চিত্র দেখিলে বুঝিতে পাবিবে ইহাদেব দেহেব প্রাচীর চাবি স্তবে গঠিত। উপবে কিউটিকুল (Cuticle),

৩ কৈচোর অনুপ্রস্থচ্ছেদ



৮ নং চিত্র—কৈচোর দেহাবরণ

পবে ত্বক (Skin), তাহাব পবে চক্র ও লম্বপেশী স্তর এবং ভিতবে প্রাকারাবরণ (Coelomic epithellum)। চলিবাব সময় ইহাদেব কিটা মাটিতে ঠেকিয়া থাকে এবং পেশীগুলি সঙ্কুচিত ও প্রসারিত হইয়া থাকে।

পৌষ্টিকনালী (Alimentary canal) :—ইহাদেব খাদ্য নালী মুখ হইতে পায়ু পর্যন্ত বিস্তৃত। এই নালীর চাবিদিক ঘেবিয়া যে গহ্বর আছে তাহাকে সিলোম (Coelom) বলে। যে প্রাচীর দ্বারা এই গহ্বর বহু প্রকোষ্ঠে বিভক্ত তাহাদিগকে সেপ্টা (Septa) বলে। অণুবীক্ষণ জীবের এইরূপ সেপ্টা আছে। মুখ হইতে খাবার পূর্বোক্ত নালী দিয়া লাটিমাকারের প্রকোষ্ঠ ফ্যারিংক্স (Pharynx) দ্বারা। তাহার পর ইসোফেগাস (Esophagus)। ইসোফেগাসের মধ্যস্থ ডিমের মত গোলাকার স্থানটিকে গিজার্ড (Gizzard) বলে। দুইটি

পূর্বোক্ত রক্তবহা নালীব সহিত লম্বভাবে। ইহাদেব আকাব বক্তবহ। নালী অপেক্ষা কিছু অধিক স্মীত। কেঁচো এই হৃদয় দিয়া রক্ত সঞ্চালনের কার্য চালাইয়া থাকে। হৃদয় হইতে কতকগুলি সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম রক্ত সঞ্চালক নালী বহির্গত হইয়া সমস্ত দেহে ছড়াইয়া আছে। তন্মধ্যে দুইটি প্রধান, একটি পিঠের দিকে অপবাট পেটের দিকে। হৃদয়েব সঙ্কোচন ও প্রসারণ ফলে নালীগুলি দিয়া রক্ত প্রবাহিত হয়।

পিপীলিকা

পিপীলিকা একপ্রকার পতঙ্গ। অগ্ন্যন্ত পতঙ্গের ত্রায় ইহাদেব দেহ মধ্যে মাথা, গলা, বুক, কোমর ও পেট এই কয়টি ভাগ আছে।

ইহাদেব মাথা গোলাকার, তাহার সম্মুখেই এক জোড়া **শুঁয়ো** (Antenna)। ইহাব দ্বাৰা উহাবা গন্ধ পায় এবং পথ চিনিয়া লয়। তাহাব পাশেই দুইটি **পুঞ্জাক্ষি** (Compound eye)। বৃকে তিন জোড়া পা আছে, প্রত্যেক পা কয়েকটি গাঁটে বিভক্ত। পিঠের উপর দুই জোড়া **পাখা** (Wing) আছে, এক জোড়া বড় ও এক জোড়া ছোট। বড় জোড়াটির নিচে ছোট জোড়া আছে। আমরা যে পিপীলিকা সাধারণত দেখি তাহাদেব পাখা নাই। ইহাবা শ্রমিক। সমাজ বদ্ধ ভাবে ইহাবা বাস কবে। তাই ইহাদেব কার্যের বিভাগ আছে, ইহাদেব মধ্যে কেহ শ্রমিকেব কাজ করে—আবাব কেহ যোদ্ধাব কাজ, কেহ বা পাহারাওয়ালাব কাজ কবিয়া থাকে। ইহাবা শত্রুকে পবাজিত কবিয়া তাহাদেব ডিম এবং বাচ্চা কাড়িয়া লয়—এং তাহাদিগকে প্রতিপালন করিয়া আপনাদেব শ্রেণীভুক্ত করিয়া লয়। খাবাব পাইলে ইহারা প্রথমে পেট ভরিয়া খাইয়া পবে অপবেব জন্ত বাসায় লইয়া যায়।

সারি দিয়া পিপীলিকা যাইতে নিশ্চয়ই দেখিয়াছ। কেমন শৃঙ্খলাবদ্ধ ভাবে ইহাবা কাজ কবিত্তে পাবে ইহাতেই বুঝা যায়, কেমন নিঃশব্দে একসঙ্গে শত শত পিপীলিকা কাজে শ্রাস্তি হয়, কোন প্রকার গোলমাল নাই। কিন্তু যদি কোনরূপে

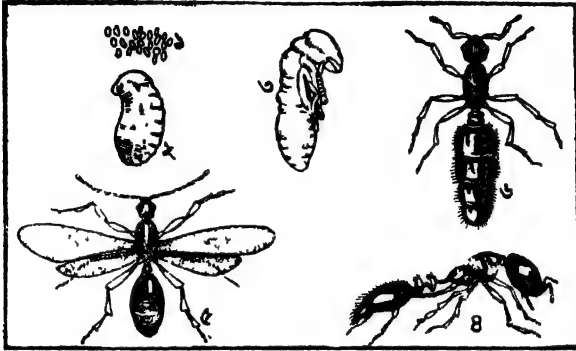
তোমরা ইহার সারি একটু ভাঙ্গিয়া দাও তবে ইহা বা বিশৃঙ্খল হইয়া উঠিবে—
ভয়ে নহে, ইহা বা সঙ্গীদের গন্ধ পাইয়া সারিবদ্ধভাবে যাইতে ছিল। এখন ঐ
সারি ভাঙ্গিয়া দেওয়ায় তাহারা বন্ধুদের গন্ধ না পাইয়া পথভ্রান্ত হইয়া পড়ে।
পিপীলিকাকে কেহ কখনও শব্দ করিতে দেখে না। কিন্তু **লোবোপেল্টা**
(Lobopelta) নামে এক প্রকার পিপীলিকা শব্দ কবিত্তে পাবে।

পিপীলিকা নানা প্রকারের—ছোট, বড়, কাল, হলদে ইত্যাদি। হলদে ক্ষুদ্র
ক্ষুদ্র যে পিপীলিকাকুলি আমবা দেখি ইহা বা সাধারণত মাটির নিচে বাস কবে।
বড় কালকুলিও মাটির নিচে থাকে। যেখানে থাকে সেখানে বা মাটি নৃশ্বর নৃশ্বর
দানারূপে বাহিব কবিয়া গর্ত করে এবং সেই গর্তে বাস কবে। কোথাও একপ
মাটি দেখিলে বুঝিতে হইবে সেখানে পিপীলিকা বাস করে। মাছ ধরিবার জন্য
এক প্রকার পিপীলিকাব ডিম তোমরা গাছেব পাতা হইতে সংগ্রহ কব। গাছেব
পাতাকে জুড়িয়া ইহা বা কেমন স্থলব বাস কবে দেখিয়াছ। তাহাতে ঐ জাতীয়
পিপীলিকা বাস কবে। ইহাদের বর্ণ হলদে। ‘কাঠ পিপড়ে’ জাতীয় পিপীলিকা,
কাঠে, গাছের কোঠেব বাস করে।

পিপীলিকাব ডিম অতিশয় ক্ষুদ্র ও তাহাদের বর্ণ সাদা। এই ডিম হইতে
প্রথমে লম্বা কৃমিব মত শূককীট বাহিব হয়। এই শূককীটই মাছ ধরিবার ‘টোপ’
বাবহাব করা হয়। ইহার পর্ববর্তী অবস্থা মূক কীট। মূক কীট অবস্থায় ইহার
প্রায় পূর্ণাঙ্গ হইয়া ডিমের মধ্যে থাকে। তখন একটি কঠিন আবরণ দেহকে
ঢাকিয়া ফেলে। কয়েকদিনের মধ্যে ডিম ফাটিয়া যায় ও পূর্ণাঙ্গ পিপীলিকা বাহির
হয়। স্ত্রী ও পুরুষ পিপীলিকার ডানা থাকে—ডিম হইতে বাহির হইয়া উড়িতে
পাবে; কিন্তু শ্রমিকদের ডানা নাই, ইহা বা উড়িতেও পাবে না।

পিপীলিকা সমাজে তিন প্রকার পিপীলিকা, পুরুষ, স্ত্রী ও শ্রমিক। স্ত্রী
পিপীলিকার মধ্যে একটি বাণী থাকে। তাহাব কাজ ডিম প্রসব কবা কিন্তু সম্ভান
পালন কবে শ্রমিকেরা, পুরুষরা অলস কোন কাজ কবে না। বাণী পিপীলিকার
দেহ সকল পিপীলিকা হইতে একটু বড়। পিপীলিকা ক্ষুদ্র জীবা, কিন্তু ইহারা

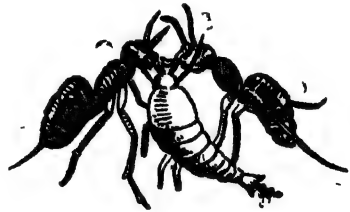
অত্যন্ত পবিত্রশ্রমী এবং সঞ্চয়ী। বর্ষায় ইহারা বাহিবে আসিতে পারে না। সেইজন্য দারুণ শীতে পবিত্রশ্রম কবিতা বর্ষার জন্ত ইহারা খাত্ত সঞ্চয় করিয়া বাথে।



১০নং চিত্র—পিপীলিকার বিবর্তন

আমেরিকায় এক প্রকার পিপীলিকা দেখা যায়, তাহারা দলেব কয়েকটি শ্রমিকের হৃদয় শক্তি নষ্ট কবিতা তাহাদের পেটে মধু সঞ্চিত কবিতা বাথে—প্রয়োজন হইলে এই মধু তাহারা নিজ নিজ কাছে লাগায়।

ইহারা দলবদ্ধভাবে থাকিলেও একদল অপরদলকে স্বযোগ পাইলে আক্রমণ কবিতা ছাড়ে না। এমন কি তখন দুই পক্ষে যুদ্ধ বাধিয়া



১১নং চিত্র—পিপীলিকার কলহ

যায়। অনেক সময় এই যুদ্ধে দিনের পর দিন কাটিয়া যায়। চিত্রে দেখ দুইটি পিপীলিকা একটি কীট লইয়া কলহ করিতেছে। এই কীট উহাদের খাত্ত।

মৌমাছি

তোমরা মৌমাছির চাক দেখিয়াছ কি? মৌমাছির ফুল হইতে মধু সংগ্রহ করিয়া সেই চাকের মধ্যে রাখিয়া দেয়। ফুলের মধু বড় মিষ্ট, মৌমাছি উহা নিজের জন্য সংগ্রহ করিয়া আনে। অন্য জন্তুবাও মধুর লোভে চাক নষ্ট করিতে আসে, মাকুষেরাও চাক ভাঙ্গিয়া ঐ মধু চুবি করিয়া লয়। কেহ চাকের নিকট উৎপাত করিলে এক বাঁক মাছি চাক হইতে বাহির হইয়া তাহাকে আক্রমণ করে এবং তাহার গায়ে ছল ফুটাইয়া বিষ ঢালিয়া দেয়। মৌমাছিতে যাহাকে কামড়াইয়াছে, সেই জানে এ বিষের কেমন জ্বালা।

একটা চাকে হাজার হাজার মৌমাছি থাকে। তাহাদের সকলের কাজ সমান নহে। উহাদের মধ্যে কাজের ভাগ আছে। কাজ হিসাবে উহাদের তিন শ্রেণী। শ্রেণীভেদে উহাদের আকৃতিবও একটু প্রভেদ আছে।

এক চাকে একটিমাত্র স্ত্রী মাছি কর্তৃত্ব করে। চাকের আব সকল মাছি যেন তাহার আজ্ঞাধীন হইয়া থাকে। সমস্ত চাকটা যেন তাহারই রাজ্য, এইজন্য ইহাকে 'বাণী মাছি' বা 'কর্ত্রীমাছি' (Queen) বলা হয়। ইহার প্রধান কাজ ডিম পাড়া।



১২নং চিত্র—পুরুষ, মজুব ও স্ত্রী মৌমাছি

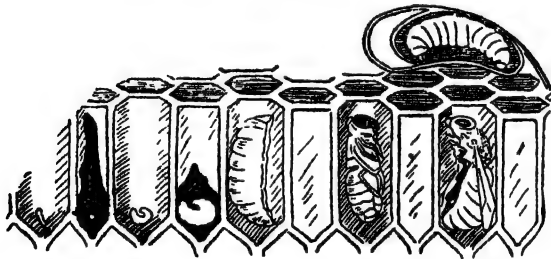
বাণীমাছি কেবল চাকের ঘবে ঘরে ডিম পাড়িয়া বেড়ায়। এই মাছির পিছনটা লম্বা, সরু ও সুচাল। আবও অনেক পুরুষ মাছি থাকে, ইহারা কোন কাজই করে না; খায় দায় ও বসিয়া থাকে। ইহাদের ছল পর্যন্ত নাই। ইহাদের পেটটা মাটী। এই অকর্মী পুরুষ মাছিগুলিকে 'বাবু মাছি' বলা যাইতে পারে।

তাহা ছাড়া হাজার হাজার মাছি থাকে। ইহারা আকাবে ছোট খাট,

চালাক ও চটপটে। ইহারা মধু আনে, ইহারাই চাক বানায। ইহারাই শিশু মাছিদিগকে খাওয়ায় ও লালন পালন কবে এবং কেহ চাকের নিকটে আসিলে তাহার গায়ে ছল ফুটাইয়া চাক বন্ধাব চেষ্টা করে। ইহা বা সর্বদাই চাকের যাবতীয় কাজে ব্যস্ত। ইহা বা চাকের 'মজুব বা কুলি মাছি' (Worker)।

মৌমাছির ডিম হইতে ছোট ছোট রুমিব মত বাচ্চা বাহিব হয়। এই বাচ্চা দুইটি অবস্থা অর্থাৎ শূককীট ও মুককীট। এই দুইটি অবস্থা অতিক্রম কবিবাব পৰ পূর্ণাঙ্গ হয়। কিছুদিন পৰে বাচ্চাগুলিব ডানা বাহির হইলে মূর্তি বদল করে। তখন তাহারা মাছি হয়। অবিকাংশ মাছিই মজুব মাছি হয়, কতকগুলি বাবু মাছি হয়, আব গোটাকতক বাচ্চা হইতে কল্লামাছি হয়। এই কল্লামাছি ভাল খাইতে পায এবং খুব যত্নে পৃথক বড ঘবে লুকান থাকে। বুড়া বাণী চাক ছাড়িয়া অত্র কোথাও চাক বাধিতে গেলে একটি কল্লামাছি ঘব হইতে বাহিব হইয়া চাক দখল কবিয়া চাকের কল্লামাছি হয়। যেটি কল্লামাছি হয় সে আপনাব ছোট ভগিনীগুলিকে মারিয়া ফেলে। এক চাকে দুইজন কল্লামাছি কবিতে পাবে না।

মধু আনিবাব সময় ফুলের রেণু কুলিমাছিদের গায়ে লাগিয়া যায়। যবে আসিয়া বেণু ও মধু একত্র মাখাইয়া খাবাব তৈয়াব কৰিয়া বাখে। ডিম হইতে



১৩ নং চিত্র—মৌমাছির চাক

বাচ্চা বাহিব হইলে বাচ্চাদিগকে সেই খাবাব দেয়। কুলিমাছিদের পেটের তল হইতে মোম বাহির হয়, সেই মোম দিয়া তাহারা চাক তৈয়াব কবে। চাকের

কুঠারিগুলি ছয় কোণা। এই কুঠারি তৈয়ার করিতে খুব কারিগরি লাগে। এত অল্প জিনিসে এত অল্প জায়গার মধ্যে এতগুলি কুঠারি তৈয়ার করিতে আব কোন জীব পাবে না।

চাকে যখন আর মাছি কুলায় না, তখন বুড়াবাণী একদিন চাক ছাড়িয়া চলিয়া



১৪ নং চিত্র—মোমাছির পৌষ্টিক নালী

যায়। এক পাল কুলি মাছি ঝাঁক বাধিয়া তাহাব সঙ্গে চলে এবং অল্প কোথাও গিয়া আবার নূতন চাক তৈয়ার কবে।

মোমাছিব দেহও তিন ভাগে বিভক্ত—মস্তক, বক্ষ ও উদর। মস্তকেব অগ্রভাগে দুইটি লোমবৃত্ত 'ল্যাবা' থাকে তাহাব নাম লেবিয়া (Labia)। ইহার দ্বারা ফুলেব মধু খায় এবং ঐ মধু মধুসঞ্চয় থলিতে অল্প অল্প করিয়া জমা করে। লেবিয়ার পরে দুইটি পুঞ্জাক্ষি (Compound eye)।

মুখ হইতে গুল্মদ্বার পর্যন্ত লম্বিত পৌষ্টিক নালীব একটি অংশই মধুসঞ্চয় থলি। পৌষ্টিক নালীব অপরাংশে আমশয়, অন্ত্র, বৃহদন্ত্র প্রভৃতি চিত্রে দেখ।

মশা

সাধারণত দুই প্রকার মশা দেখিতে পাওয়া যায়—অ্যানোফেলিস (Anopheles) ও কুলেজ (Culex)। এই অ্যানোফেলিস মশা ম্যালেরিয়ার

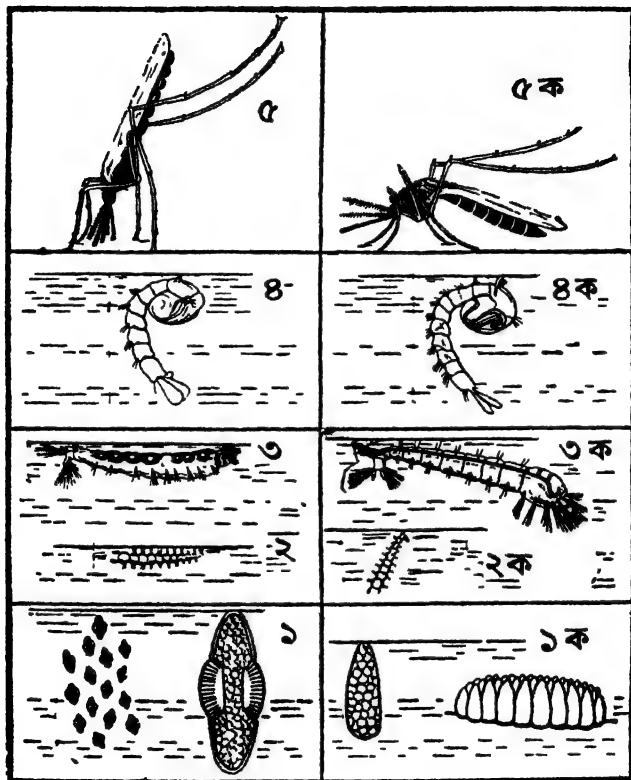
বীজাণু বহন করিয়া আমাদের দেহে প্রবেশ করাইয়া দেয়। ফলে আমাদের ম্যালেরিয়া জর হয়। ম্যালেরিয়ার কারণ এক ক্ষুদ্র বীজাণু—মহুয়া বক্তে মিশ্রিত হইলে ইহা বা বাড়িতে থাকে। এই মশা কোন ম্যালেরিয়াগ্রস্ত রোগীকে দংশন করিয়া তাহাব রক্ত হইতে বীজাণুকে নিজদেহে গ্রহণ কবে। তখনই সেই বীজাণু মশকদেহে পবিপুষ্ট হইতে থাকে।

অতএব ইহারা কোথায় জন্মায় ইহাদের দেহ কিরূপে পুষ্ট হয় ইত্যাদি জানিয়া বাথিলে সময় মত ব্যবস্থা কবিয়া ইহার আক্রমণ হইতে আত্মরক্ষা করিতে পারিবে। ইহা অন্য শ্রেণীর মশা হইতে স্বতন্ত্রভাবে উপবেশন করিয়া থাকে। ইহারা ঘটপদ, ইহাদের লোমযুক্ত শুণ্ড দুইটি মুখাগ্রে অবস্থিত। বসিবাব সময় চাৰি পায়ে ভাব দিয়া দেহ এবং আসনের মধ্যে প্রায় 85° কোণ নির্মাণ করিয়া মস্তক নিচু কবিয়া ইহারা বসে।

পিপীলিকা বা মধুমক্ষিকাব মত মশাব দেহও তিন ভাগে বিভক্ত—মস্তক, বক্ষ ও উদর। উদরটি নয় ভাগে বিভক্ত, এক একটি ভাগ এক একটি আঙটির মত। ইহাদের দুইটি পক্ষ, মস্তকে দুইটি পুঞ্জাক্ষি, বক্ষে তিন জোড়া পা। ইহাদের শুণ্ডদ্বয়ের মধ্যে একটি স্থাচব মত শোষণনালী অবস্থিত আছে। জীপুরুষ ভেদে ইহাদের প্রকৃতিতেও যথেষ্ট প্রভেদ লক্ষিত হয়। পুরুষজাতি দিনের বেলায় বিচরণ করে। মহুয়াদেহ দংশনে পুরুষ মশার খুব বেশী প্রবৃত্তি দেখা যায় না। কিন্তু জীজাতি অতিশয় বক্তপিপাসু। তাহা বা অন্ধকাবে থাকিতে ভালবাসে। যে গৃহ পর্যাপ্ত আলোক বাতাস প্রাপ্ত হয়, সেখানে জী-মশক বাস করিতে চায় না। সন্ধ্যাব সময় ইহারা দলে দলে মানুষের রক্তপান করিবাব জন্য বহির্গত হয়। ইহারা যে কেবল রক্ত শোষণ করে তাহা নহে; ইহাদের এক অদ্ভুত প্রকৃতি, এই যে নালিকাপথে রক্তশোষণ করিয়া পুনরায় সেই পথেই বক্ত উদগীরণ কবে। এইরূপে অ্যানোকেলিসের দেহের ম্যালেরিয়া বোগেব জীবাণু মানবদেহে প্রবেশ লাভ কবে।

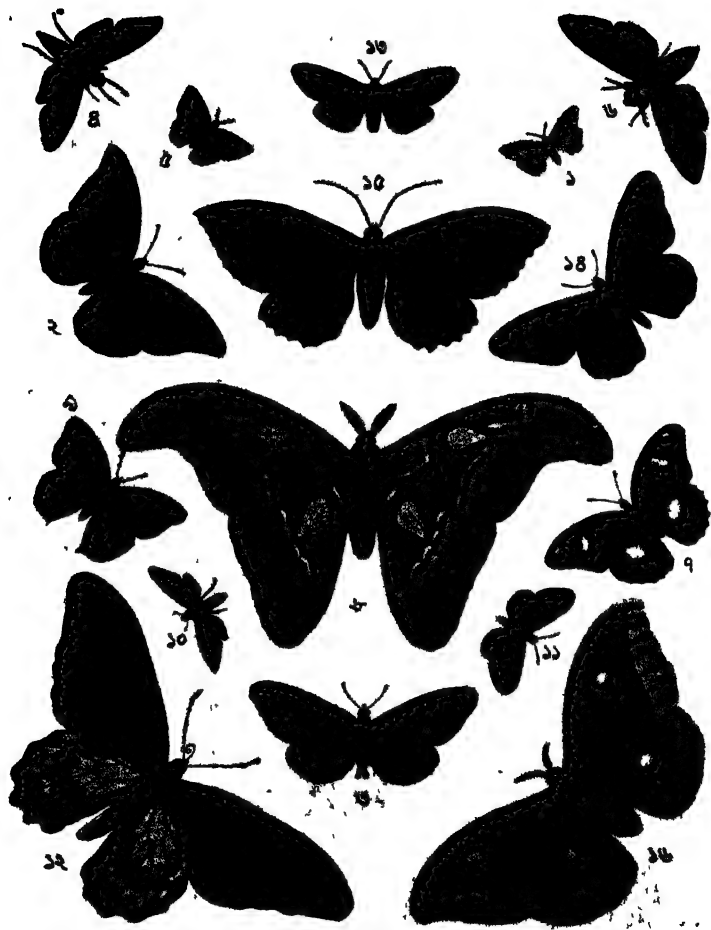
ইহা ব্যতীত কঁউলেজ মশকও সচরাচর দেখিতে পাওয়া যায়। ইহাদের

পক্ষ কৃষ্ণবর্ণ বিন্দুযুক্ত বলিয়া মনে হয়। কিউলেক্সেস উপবেশন প্রথাও অন্তরূপ



১ নং চিত্র—মশার বিবর্তন

ইহারা দেখকে ভ্রূ-সমান্ব্যবাল কবিয়া উপবেশন কবে। ইহাদের শুণ্ড বা শুঁয়া (Antenna) দুইটি।



প্রজাপতি

অ্যানোফেলিস্ মশকের জীবন আলোচনা কবিলে মানুষ ম্যালেরিয়া রোগ বীজাণু হইতে আত্মরক্ষার উপায় বাহিব কবিত্তে পারিবে। সমস্ত মশাই পচা জলের সন্নিহিতে, ক্ষুদ্র বৃক্ষ পত্রের নিম্নে একসঙ্গে বহু সংখ্যক ডিম প্রসব কবে। সেই ডিম দুই এক দিন জলে পড়িয়া শূককীট অবস্থায় (Larva) পরিণত হয়। এই শূককীট দেখিয়াও মশকের শ্রেণী নির্ধারণ করা যায়। অ্যানোফেলিসেব শূককীট জলের তলদেশে উঁহাব সহিত সমান্তরাল করিয়া দেহ বিস্তৃত কবে, আব কিউলেক্স-শূককীট তাহাব মস্তক জলের নিম্নদেশে নিচু কবিয়া ঝুলাইয়া বাখে। শূককীটেব পুচ্ছদেগে একটি বায়ুকুপ (Air-tube) বহুসংখ্যক স্তূম্ব স্তূম্ব দ্বারা আবৃত থাকে। মধ্যে মধ্যে সেই পুচ্ছদেশ দিয়া বায়ুগ্রহণ কবে। এই বায়ুকুপ সকল সময় আচ্ছাদিত থাকে ও শূক কীট প্রয়োজন মত পুচ্ছ উত্তোলন কবিলেই আবরণ খুলিয়া যায়, তখনই ইহাবা বায়ুগ্রহণ কবে। সবাঙ্গ বোমে আবৃত এই শূককীটকে স্তূম্ব পোক। বলিয়া মনে হয়। ইহাবা জলে ছিটকাইতে ছিটকাইতে এক স্থান হইতে অন্য স্থানে চলিয়া বেড়ায়। যেইখানেই অগভীর জলপূর্ণ খাত থাকে সেইখানেই ইহাবা জন্মায়। চৌবাচ্চা বা কলসীতে দু এক দিন জল সঞ্চিত থাকিলেই মশা সেইখানে ডিম পাড়ে। এবং ক্রমে তাহা হইতে শূককীট জন্মায়। শূককীট মাছের প্রিয় খাদ্য।

ইহাব পরেই ইহাদেব তৃতীয় অবস্থা মুককীট। এই অবস্থায় ইহাদেব আকৃতিব অনেক পবিবর্তন হয়। দেহ প্রায় লোমশূন্য ও কুণ্ডলাকৃতি হইয়া মস্তক ও পুচ্ছ পরস্পর প্রায় স্পর্শ করিয়া থাকে। ক্রমে শূককীট হইতে একদিন পূর্ণাবয়ব মশক নির্গত হয়। চিত্রে ১, ২ ইত্যাদি অ্যানোফিলিস এবং ১ক ২ক ইত্যাদি কিউলেজা।

জলে কেরোসিন ছড়াইলে ইহার উপর যে পাতলা স্তর পড়ে তাহাতে মশা ডিম পাড়িতে পারে না।

প্রজাপতি

প্রজাপতি এক প্রকার পতঙ্গ। সৌন্দর্যেব দিক দিয়া দেখিতে গেলে পতঙ্গের মধ্যে একরূপ প্রাণী নাই বলিলেও চলে। তবে ইহাদেব মধ্যে যে কদাকাব . প্রজাপতিও নাই এমন নহে।

কোন কোন প্রজাপতি দিনেব বেলা চরিয়া বেড়ায় এবং কোন কোন গুলি রাতে বাহির হয়। বাত্রে যেগুলি বাহির হয় তাহাদের নাম মথ (Moth) এবং যাহারা দিনের বেলায় বাহির হয় তাহাদিগকেই আমরা প্রকৃত প্রজাপতি (Butterfly) বলি। প্রজাপতিই দেখিতে সুন্দর, কিন্তু মথ দেখিলে ইহাদিগকে হিংস্র প্রাণী বলিয়া মনে হয়। ইহাবা দেখিতে সুন্দর নহে, কিন্তু ভ্রষ্টপুষ্ট ও বলিষ্ঠ। প্রজাপতি বা মথের দেহ এক প্রকার অতি সুন্দর পদার্থে আবৃত; ঐ সুন্দর পদার্থগুলি কতকটা ফুলের বেণুব মত কিন্তু অণুবীক্ষণ যন্ত্রেব সাহায্যে ইহাদিগকে আঁশের মত দেখায়।

অন্যান্য পতঙ্গের ন্যায় ইহাদের দেহে তিনটি ভাগ, মস্তক, বক্ষ ও উদর। মাথায় এক জোড়া গুঁয়া, এই গুঁয়াব অগ্রভাগ ভোঁতা। কাজেই ইহা দ্বাৰা কোন প্রাণীকে ইহাবা আক্রমণ কবে না। গুঁয়ার পাশে দুইটি পুঞ্জাক্ষি। পিঠে দুই জোড়া ডানা, এক জোড়া বড় ও এক জোড়া ছোট। ছোটগুলি পেটের দিকে ও বড়গুলি মাথার দিকে থাকে। বসিলে এক সঙ্গে এক এক জোড়া জুড়িয়া একত্রিত হয়। পুরুষ প্রজাপতির দেহে গন্ধ পাওয়া যায়।

প্রজাপতির একসঙ্গে অনেকগুলি ডিম হয়—ডিম হইতে ফুটিয়া ইহার গুঁয়া



১৬নং চিত্র—প্রজাপতির ডিম

পোকার মত গাছের পাতায় পাতায় ঘুরিয়া আহাৎ সংগ্রহ কবে। ডিম ফুটিতে দশ বাব দিন লাগে। ডিম হইতে বাহির হইয়া আপনাপন ডিমের খোসা খাইয়া ফেলে। গুঁয়া পোকার অবস্থায় ইহাদের ক্ষুধা অত্যন্ত

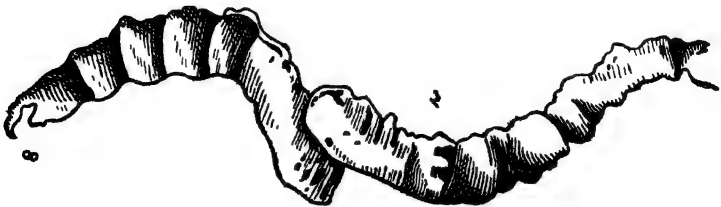
অধিক। এই অবস্থাতেই দুই চারিবাব খোলস ত্যাগ করিয়া ইহার পুনরায় দেহের চারিদিকে এক আবরণ প্রস্তুত করিয়া তাহার মধ্যে বাস করে। সে সময় কিছু খায় না, ইহাই হইল গুটি (Cocoon)। এই অবস্থার নাম মুক-

কীট (Pupa)। এই গুটি হইতে কয়েক দিন পরে পূর্ণাঙ্গ প্রজাপতি বাহির হইয়া উড়িয়া যায়। গুঁরা পোকা হইতে গুটি এবং গুটি হইতে প্রজাপতির জন্ম এক অদ্ভুত ব্যাপার। কোন অবস্থার সহিত কোন অবস্থার সম্বন্ধ নাই। এক অবস্থার জীবের সহিত অন্য অবস্থার জীবের কোন সামঞ্জস্য নাই বলিলেই চলে অথচ ইহারা একই জীব।

গুটি হইতে রেশম, এণ্ডি ইত্যাদি প্রস্তুত হয়, ইহা তোমাদের জানা আছে; কিন্তু বেলমাত্র মথের গুটি হইতেই ঐ সকল বেশম পাওয়া যায়। সেই জন্য আসাম প্রভৃতি অঞ্চলে রেশম প্রজাপতির চাষ হয়। যখন খাওয়া দাওয়া বন্ধ কবিয়া ইহা বা গুটিব মনো অবস্থান কবে সেই সময় দেহ হইতে বেশমের সূতা বাহির কবিয়া গায়ে জড়াইতে থাকে। চাব পাঁচ দিনের মধ্যে এই গুটি আমডার মত বড় হয় এবং এক একটি গুটি হইতে প্রায় চাবি পাঁচ শত গজ সূতা বাহির হয়। এই গুটি হইতে বাহির হইবার সময় ইহা বা গুটি কাটিয়া বাহির হয়, ইহাতে অনেক পানি বেশম নষ্ট হইয়া যায় বলিয়া বেশম



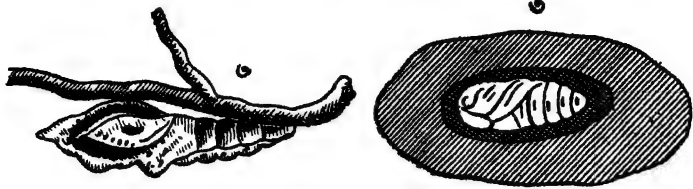
১৭নং চিত্র
প্রজাপতির শূককীট



১৮নং চিত্র—দুইটি শূককীট

চাবীরা গুটি হইতে যথ বাহির হইবার আগেই গুটির উপর গবন জল ঢালিয়া উহাদ্বিগকে মারিয়া ফেলে।

রেশম পতঙ্গের কতকগুলি বংশেরে একবার ডিম পাড়ে, কতকগুলি বংশেরে বহুবার ডিম পাড়ে। মুশিদাবাদে দ্বিতীয় প্রকার রেশম গুটির চাষই অধিক।



১০নং চিত্র—গুটিপোকা

২০নং—গুটিপোকার ভিতর

চিত্রে এক এক কবিয়া ডিম হইতে গুটি পর্যন্ত অবস্থার বিবর্তন দেখান হইল। রঙিন চিত্রখানি হইতে প্রজাপতির সৌন্দর্য কল্পনামনোবম তাহা বুঝিতে পারিবে।

মাকড়সা

মাকড়সার অধ্যবসায়ের কথা তোমরা নিশ্চয় শুনিয়াছ। একদিন এই মাকড়সার অধ্যবসায় দেখিয়া রবার্ট ক্রস পুনরুত্থমে আপনার হৃত রাজ্য উদ্ধার কবিবার জন্য প্রাণপণে যুদ্ধে লাগিয়া যান। অত্যাগ অনেক পতঙ্গ যষ্টপদ, কিন্তু মাকড়সা অষ্টপদ। ইহাৰ শুণ্ড (Antenna) বা পক্ষ নাই, কিন্তু ইহার মুখাগ্র হইতে চারিটি সূত্রাকার প্রত্যঙ্গ নির্গত হইতে দেখা যায়। ইহাদের দুইটির দ্বারা মাকড়সা হাতের কাজ চালায় এবং অপব দুইটির সাহায্যে তাহার জালে আবদ্ধ পতঙ্গের প্রাণবধ করে। শৈবোক্ত প্রত্যঙ্গ দুইটিকে আমরা মাকড়সার দস্ত বলিতে পাবি। এই দস্তের সহিত উহাৰ শরীরস্থ বিষম্বাঙ্গীর সংযোগ আছে, এই দস্ত সাহায্যেই ইহারা পতঙ্গের দেহরস শোষণ করে। সাধারণত পতঙ্গের দুইটি পুঞ্জাক্ষি দেখা যায়, কিন্তু মাকড়সাৰ আটটি সাধারণ চক্ষু। ইহার দেহের গঠনও পতঙ্গ হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন। ইহার কণ্ঠদেশ নাই, মস্তক

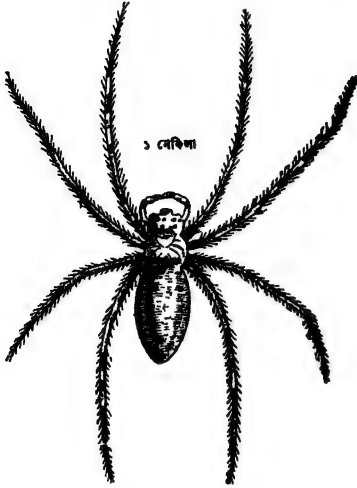
ও বন্ধ যেন একত্র হইয়া গিয়াছে। বন্ধদেশ হইতেই আটটি পা নির্গত হইয়াছে।

প্রত্যেক পায়ে সাতটি কবিশা গাঁইট।

মাকডসার একটি উদব আছে তাহা

তোমবা জান। ইহাদের দেহ

ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র লোম দ্বাৰা আবৃত।



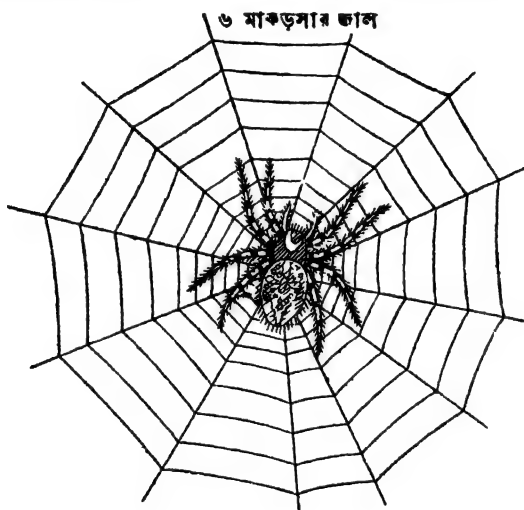
২১নং চিত্র—মাকডসা



২২নং চিত্র—মাকডসার দাঁত

ইহাবা জালের ত্রায় ফাঁদ প্রস্তুত কবিয়া কিকপে কীট পতঙ্গকে ফাঁদে ফেলিয়া বধ কবে তাহা তোমবা অনেকে দেখিয়াছ। ইহাদের পেটের নিচে এক প্রকাব বসস্থালী আছে। যখনই ইচ্ছা হয় মাকডসা তখনই উহা হইতে বস নিঃসরণ কবিতে পারে। এই বস নির্গত হইবার সময় জলের মত বেগ পাতলা থাকে কিন্তু বায়ুস্পর্শে অল্পক্ষণেই উহা গঁদেব মত শুকাইয়া যায়। মাকডসা প্রথমে এক ফোঁটা বস নির্গত করিয়া কোন স্থানে আটকাইয়া দেয় পরে যুবিয়া যুবিয়া মুখেব ঐ বস আবও কয়েকটি স্থানে লাগাইয়া জাল বুনে। এই জাল কিকপে সূক্ষ্ম তাহা তোমবা জান। মাকডসার জালনির্মাণ কাৰ্যে নিপুণতা এবং সৌন্দর্য দেখিয়া বিস্মিত হইতে হয়। এই জাল প্রস্তুত করিবার সময় সে ইতস্তত লাংকাইয়া এবং একীট সূক্ষ্ম সূত্রে ভর করিয়া ঝুলিয়া জালটি শক্ত হইয়াছে

কিনা পবীক্ষা কবে। ইহার নাভী হইতে এইরূপে বস নিঃসৃত হয় বলিয়াই মাকডসাৰ আৰ এক নাম উৰ্ণনাভ। জ্বালেৰ কেন্দ্ৰেৰ নিকটে আটা তত থাকেনা। কিন্তু বাহিৰেৰ অংশ বেষ আটাল, এই অংশই যথার্থ পতঙ্গ ধৰিবাব ফাঁদ। মশা, মাছি বা অগ্ন কোনও পতঙ্গ এই জ্বালে পড়িলে প্ৰথমেই তাহাব পক্ষ আটায় আটকাইয়া যায়। মাকডসা কিন্তু সেই সময় জ্বালেৰ উপৰ থাকে না,



২৩নং চিত্ৰ—মাকডসাৰ জাল

পাছে তাহার শিকারগুলি তাহাকে দেখিলে দূৰ হইতে পলাইয়া যায়, সেজন্য মাকডসা নিকটবৰ্তী কোন স্থানে ঐ জ্বালেৰ সূতা ধৰিয়া লুকাইয়া থাকে। ঐ সূতায় টান পড়িলে জ্বালে শিকার পড়িয়াছে স্থিৰ করিয়া বাহিৰে আসে এবং দস্ত দিয়া কাটিয়া শিকারকে খণ্ড খণ্ড করে এবং বিষস্থালীৰ বিষ উদগীৰ্ণ কৰিয়া শিকাবটিকে নিশ্চেজ কৰিয়া ফেলে। সেই যুত শিকাবকে লইয়া একটু আডালে

গিয়া মাকডসা তাহাব দেহবস শোষণ কবে ও ক্ষুন্নিস্থিতি না হইলে অল্প শিকারের জন্ত অপেক্ষা কবে। এক শিকার শেষ না হইতে যদি অল্প শিকার আসিয়া পড়ে তবে ইহা প্রথমটিকে অট্টেতন্ত কবিয়া ফেলিয়া দিয়া দ্বিতীয়টিকে আক্রমণ করিতে যায়। তাহাব শেষ হইলে অনেক সময় শিকারের দেহাবশেষ তাহাব জ্বালের উপবেই ফেলিয়া দেয়। মাকডসাব জ্বাল পৰ্যবেক্ষণ কবিলে তাহাতে মাছি ও অগ্নাত্ত পতঙ্গের দেহাবশেষ দেখিতে পাইবে। পূর্বে প্রজাপতি হইতে সন্তত বে বশম স্তাব কথা বলা হইয়াছে তাহাব সন্তিত মাকডসাব স্তাব যথেষ্ট সাদৃশ্য আছে। ইহাবা ভীষণ হিংসাপ্রবাহণ, একা বাস করিতে ভালবাসে। স্বজাতীয় অল্প আব একটিকে দেখিলেই তাকাকে মাঝিয়া ফেলিতে চেষ্টা কবে। মাকডসাব স্তাব বহুদূর বিস্তৃত হয়।

মাকডসাব শ্বাসপ্রণালী পতঙ্গের শ্বাসপ্রণালী হইতে ভিন্ন। ইহাব দেহে ফুসফুস না থাকিলেও তাহাবই অল্পকপ বহুস্তব-যুক্ত যন্ত্র আছে। প্রাণিতত্ত্ববিদগণ এই যন্ত্রের নাম দিয়াছেন বায়ু-গ্রন্থ (Lung book)। দেহের উপবেব কয়েকটি ছিদ্রের সহিত এই যন্ত্র সংযুক্ত। বায়ুনল-পাথ ও ঐ যন্ত্র সাহায্যে ইহাব শ্বাস ক্রিয়া সম্পাদিত হয়।

ইহাবা সমাজ বন্ধ ভাবে বাস কবিতো চায় না। স্ত্রী মাকডসা পুরুষ মাকডসা অপেক্ষা আকৃতিতে বড় ও অধিক বলশালী। উহাবা এক সঙ্গে অনেকগুলি ডিম প্রসব কবে ও তাহাদিগকে বন্ধা কবিবার জন্ত এক প্রকার স্তম্ভসূত্রে গঠিত থালি ব্যবহার কবে। এই থালি তোমবা দেখিয়া থাকিবে। উহাব নিম্নদিকে একটি ঢালুনিও থাকে। অনেক সময় মাকডসাকে ঐ থালি পেটের নিচে লইয়া ইতস্তত ভ্রমণ কবিতো দেখা যায়। পতঙ্গের মত ইহাব দেহের বিভিন্ন ক্রম বিকাশ হয় না। পূর্ণাবয়ব প্রাপ্ত হইবাব পবেও মাকডসা দুই তিন বাব ষোলস ভাগ কবে।

মাকডসা শুধু বে স্থলে ভ্রমণ কবে, তাহা নহে। জ্বলচব মাকডসাও দেখিতে পাওয়া যায়। আশাব স্থলচাবী অত্যন্ত হিংস প্রকৃতির নানা শ্রেণীব মাকডসাও

আছে। দেহের আকৃতি বর্ণ ইত্যাদি প্রভেদে ইহারা নানা জাতিব হইয়া থাকে।

কতকগুলি মাকড়সা আছে, তাহাদের দেহের আকার দেখিলে ভয়ঙ্কর

৫ ডিম্বের খালীসহ স্ত্রী মাকড়সা



২৪নং চিত্র—ডিম্বের খালীসহ স্ত্রী মাকড়সা

বলিয়া মনে হয়। শোনা যায় ইহারা মানুষের গায়েব ঘা চাটিলে খাগুলি বিষাক্ত

৩ লাইকোসা



২৫নং চিত্র—জলচর মাকড়সা

হইয়া উঠে। স্বজাতীয়ের মধ্যে অত্যধিক হিংসাপরায়ণ হইলেও মানুষকে

দেখিলে ইহাৰা দূৰে পলাইয়া যায়। পিপীলিকা মাল্লুসকে কামড়াইয়া থাকে, কিন্তু মাল্লুসকে মাকডসা কামড়াইতে দেখা যায় না। কতকগুলি মাকডসাব দেহ বেটে হইলেও পা গুলি অপেক্ষাকৃত বড় এবং অধিক লোমযুক্ত।

জলচৰ মাকডসাগুলি **লাইকোসা** (Licosa) নামে অভিহিত হয়। তদ্বিন্ন **এপিরা** (Apura), **মিমুমেনা** প্রভৃতি আবও বহু জাতীয় মাকডসা আছে।

সংক্ষেপে—পিপীলিকাব দেহ তিন ভাগে বিভক্ত, ইহাদের চয়টি পা। ইহাৰা সমাজবদ্ধ-ভাবে থাকে তাই স্ত্রী পুৰুষ ও শ্ৰমিক বিভাগ আছে। ইহাদেব সকলে শব্দ প্রায় কবিত্তে পাবে না। পুৰুষ ও বাণীৰ দুই জোড়া পাতলা ডানা আছে। স্ত্রীগুলি আকাৰে সৰ্বাপেক্ষা বড়, পুৰুষগুলি সৰলৈব ছোট। মাটিতে বা গাছেব কোটেব বাস কৰে। প্রায় ২০ বৎসৰ বাচে। মোমাছিৰ তিনটি শ্ৰেণী—বাণী সৰ্বাপেক্ষা লম্বা এবং শ্ৰমিক সৰ্বাপেক্ষা ছোট। তিন বৎসৰব অধিক বাচ না। পোষ্টিক নালীৰ একাংশে মধু সঞ্চয় থলী। আত্মবক্ষাব জন্তু বা শত্ৰুকে আক্ৰমণ বৰিবাব জন্তু শ্ৰমিকদেব হল আছে। বাণীৰ হল ছোট, পুৰুষেব হল নাট। ইহাদেবও চয়টি পা। মশা দুই জাতীয় আনোফিলিস ও কিটলেন্স, আনোফিলিসেব স্ত্রী ও পুৰুষেব মথ্যে স্ত্রীগুলি ভয়ঙ্কৰ এবং বড় পিপাহু। ইহাৰা বাত্ৰে বাহিব চয। আনোফিলিস আসনেব সহিত আপন দেহ ৪৫° ডিগ্রী কোণ কবিতা নসে। প্রজাপতিব সৰদেহে ফুলেব রেণুব স্তায় এক প্রকাৰ পদার্থ থাকে। দেহ তিন ভাগে বিভক্ত, চয়টি পা, দুই জোড়া পুঞ্জাসি, মুখেব সমুখে শৃংখ। ইহাৰা দুই জাতীয়—প্রজাপতি ও মথ। মথেব শৃংখা সৰু কিন্তু প্রজাপতিব শৃংখা মোটা কাহাকেও কামড়াইতে পাবে না। মাকডসাব দেহ দুই ভাগে বিভক্ত, মাথা ও পেট। ইহাদেব আটটি পা, চাবি জোড়া সরল চক্ষু। ইহাৰা বড় হিংস্ৰ, সমাজ বদ্ধভাবে বাস কবিত্তে চায় না। যে জালে ইহাৰা শিকাব ধবে তাহা ইহাদেব লাল ঝাৰা প্রস্তুত।

তৃতীয় প্রশ্নমালা

১। কেঁচো কোন পৰ্বভুক্ত জীব? ইহাব খাদ্য এবং বাসস্থান সম্বন্ধে কি জান লিখ। (To which phylum does earthworm belong? Write what you know of its food and where it lives.)

২। কেঁচোর বহির্দেহেব বিবৰণ দাও। (Describe the different parts of the body of an earthworm.)

৩। চিত্র সাহায্যে কৌচোর দেহের ভিতরের শারীর যন্ত্রগুলির পরিচয় দাও। (Show by a diagram the location of different organs of an earthworm in its body.)

৪। কিউটিকল, টিপলোসোল ও কিটা সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত পরিচয় দাও। (Write short notes on —Cuticle, typhlosol and chaeta.)

৫। পিপীলিকার জীবন ক্রান্তি লিখ। (Narrate the life history of an ant.)

৬। পিপীলিকার সামাজিক জীবন কেমন লিখ। (Write how the social life of an ant is.)

৭। পিপীলিকার দেহের কি কি বিভিন্ন অংশ এবং তাহাদের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। (Write short notes on the different parts of the body of an ant.)

৮। মৌমাছির বহির্গঠন ও পোষ্টিক নালী বর্ণনা কর। (Describe the external feature and alimentary canal of a bee.)

৯। শ্রমিক এবং রাণী মৌমাছির কি কাজ? (What are the functions of a worker and a queen bee?)

১০। পিপীলিকা ও মৌমাছির তুলনা কর। (Compare an ant with a bee.)

১১। মশার জীবনী লিখ। (Describe the life history of a mosquito.)

১২। দুই প্রকার মশার তুলনা কর। (Compare two kinds of mosquitos.)

১৩। প্রজাপতির বিবর্তন সম্বন্ধে যত্ন জান লিখ। (Write the different stages of a butterfly or moth.)

১৪। বাবসার দিক দিয়া বেশম পোকার উপকারিতা কি? কিরূপ রেশম পাওয়া যায় লিখ। (Write down the commercial utility of a silk worm and how we get silk.)

১৫। মাকড়সার জীবনী লিখ। (Write the life history of a spider.)

১৬। মাকড়সা কিরূপে শিকার ধরে লিখ। (Write how the spider catches their victims.)

চতুর্থ পরিচ্ছেদ

মাছ ও ব্যাঙ

মাছ

জল, বায়ু এবং পারিপাশ্বিক অবস্থার প্রভাব প্রত্যেক প্রাণীর আকৃতি ও প্রকৃতির উপর দেয়া দেয়, এবং সেইরূপ পারিপাশ্বিক অবস্থার সহিত যুক্ত করিবাব পক্ষে যাহাতে সুবিধা হয় সেজন্তু ভগবান প্রত্যেক প্রাণীর দেহগঠনও বিভিন্ন করিয়াছেন। ঈশাব, জাহাঙ্গ, নৌকা প্রভৃতি জলযানগুলি গঠন করিবাব সময়

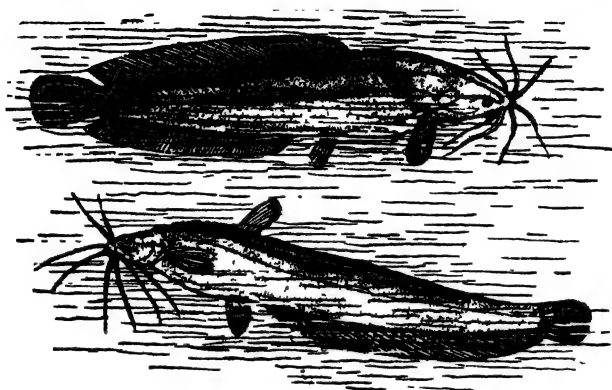


২৬নং চিত্র - মাছ

আমরা ইহাদেব আকার রেল গাড়ীর বা ঘোড়ার গাড়ীর চতুষ্কোণ কামরাব মত গঠন করি না। একটি মাঝা মাঝি কাটা পটোলের মত উহাদেব খোল নির্মাণ কবা হয়। তাহাতে সুবিধা এই হয় যে চলিবাব কালে জল ইহাদেব গতি পথে অধিক বাধা দিতে পাবে না। তোমরা দেখিযাছ প্রত্যেক মাছেব দেহ ঠিক ঐরূপ ভাবে গঠিত—দুইদিক সরু এবং মধ্যভাগ অপেক্ষাকৃত মোটা। ইহাতে, জলে সাঁতার দিবাব পক্ষে ইহারা অনেক সুবিধা পায়। পাখীদেব যেমন পাখা এবং পালক থাকে, স্তন্য-পায়ী জীবদেব যেমন লোম থাকে, মাছ মাছেবই তেমনই জোড়া পাখনা আছে এবং প্রায় সকলের দেহে আঁশ আছে। ইহা বা মেরুদণ্ডী প্রাণীদেব নিম্নতম শ্রেণীৰ জীব।

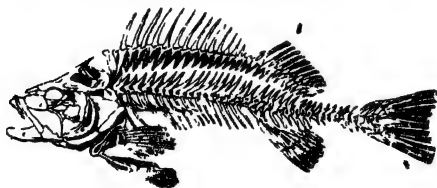
সকল মাছেব দেহে এক পিচ্ছল পদার্থ গাখান আছে বলিয়া মনে হয়; সেজন্তু ইহাদেব দেহ অতিশয় পিচ্ছল, ধরিতে গেলে পিচ্ছলাইয়া যায়। ইহাতে তাহাদের আন্তর্ভাবীর হাত হুইতে বন্ধা পাইবাব বিশেষ সুবিধা হয়। ট্যাংরা, মাগুর,

শিঙ্গি প্রভৃতি কয়েকটি মাছ ছাড়া সকল মাছেব শরীরে আঁশ আছে। যাহাদের আঁশ নাই সে সকল মাছেব লম্বা লম্বা গোঁফ দেখা যায়, অবশ্য বড় হইলে রুই



২৭ নং চিত্র—শিঙ্গি মাছ ও মাকড় মাছ

মাছেবও গোঁফ জন্মাইতে দেখা যায়। সকল মাছেব দেহ একটি প্রধান হাড় দ্বারা গঠিত—উহাই মাছেব মেরুদণ্ড। মেরুদণ্ড হইতে কতগুলি লম্বা লম্বা কাঁটা বাহির হইয়া মাছেব দেহেব কাঠাম প্রস্তুত করে এবং তাহাতেই মাছেব বিভিন্ন আকার

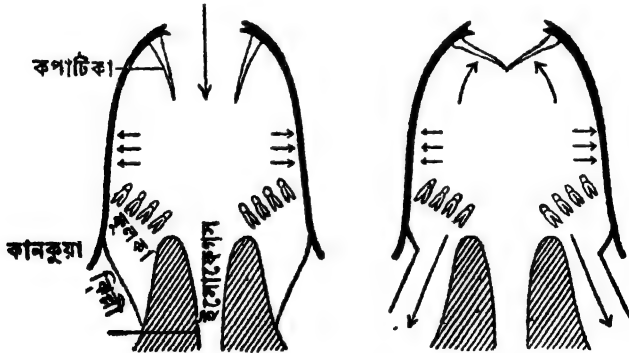


২৮ নং চিত্র—মাছেব হাড়

বিশেষ রূপে নির্দিষ্ট থাকে। পেটের কাঠাম ঠিক করিবার জন্য যে বড় বড় কাঁটাগুলি আছে তাহাদিগকে মাছেব জঙ্ঘাস্থি বলা চলে। বড় মাছেব পেট খাইবার সময় তোমরা যে বড় বড় কাঁটা ফেলিয়া দাও তাহাই মাছেব জঙ্ঘাস্থি। মাছেব

কানকোব দুই পাশে দুইটি, বুকেব দুই পাশে দুইটি, পেটেব তলায় দুইপাশে দুইটি, সমস্ত পিঠেব উপর লম্বা একটি এবং লেজে অপেক্ষাকৃত আয়তনে বড় একটি করিয়া পাখ্‌না (Wing) আছে। এই পাখনার সাহায্যেই ইহাবা জলে সাঁতাব দেয় এবং আপনাদেব গতি পথ ঠিক বাধিতে পাবে। ইহাই মাছেব হাত পা বলিলে চলে। লেজেব পাখনাটি নৌকাব হালেব সঙ্গে তুলনীয়। মাছেব কানকোব নিচে ফুলকা (Gill) থাকে, সেই ফুলকাব সাহায্যে ইহারা অক্সিজেন গ্রহণ কবে। ফুলকাকে ঢাকা দিয়া ইহাব উপর একটি গুল্ম আববণ থাকে তাহাকে মাছেব কানকুয়া (Operculum) বলে। ইহাদেব নাক আছে বটে কিন্তু নাক দিয়া নিঃশ্বাস গ্রহণসেব কাজ চলে না, তাহাব দ্বাৰা ইহাবা জ্বাণ লইয়া থাকে। এই জন্ত জল হইতে তুলিলে মাছ বেশীক্ষণ বাঁচে না। ইহাদেব চোখ আছে বটে কিন্তু চোখেব পাতা নাই বলিয়া ইহাদিগেব ঘুনস্ত অবস্থায় চোপ খোলা থাকে।

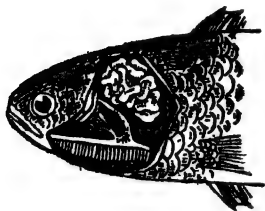
ইহাবা ইঁা কবিয়া মুখে জল টানিয়া লয়, পবে চোখাল তুলিয়া ধবে। ফলে জলে চাপ লাগে। সেই চাপে খানিকটা জল ফুলকাব মধ্যে চলিয়া যায়। জলেব



২৯নং চিত্র—মাছেব শ্বাসক্রিয়া

অক্সিজেন ফুলকাস্থিত সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম বস্তুবহা নালীব ভিতর প্রবেশ কবে। এইবাব

মুখ বন্ধ কবিয়া দিলে জলে আবণ্ড বেশী চাপ পড়ে। কাজেই তখন কানকুয়া খুলিয়া যায় সেই পথে জল বাহির হইয়া যায়। হয়ত লক্ষ্য কবিয়াছ পুত্বে কাঁকে কাঁকে মাছ ভাসিয়া এইরূপ ভাবে অক্লিঞ্জন গ্রহণ করে। ইহাকেই মাছেব খাবি খাওয়া বলে। ভেট্‌কী মাছের কানকুয়াতে একটি করাত থাকে। কানকুয়ার



৩০ নং চিত্র—পোনানাচের ফুলকা

দেখিয়াছ। ইহাই মাছেব মস্তিষ্ক। মাথায একটি প্রকোষ্ঠে ইহা বক্ষিত হয়। আবণ্ড অনেকগুলি প্রকোষ্ঠ মাথায আছে দেখিয়া থাকিবে। তাহাতে অগ্ন্যাগ্ন শবীৰ যন্ত্র বক্ষিত হয়।

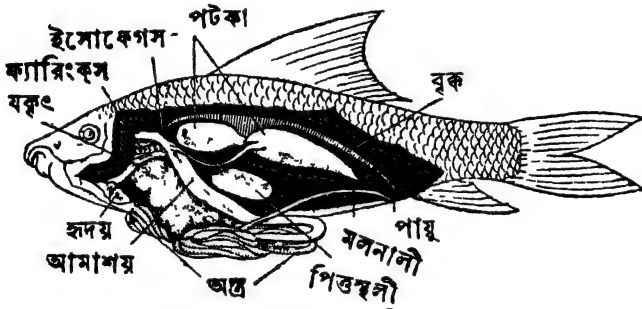
মাছের গলায় ফ্যারিংস আছে। সেইখানে দাঁতেব ন্যায় এক বকম পেষণ যন্ত্র আছে তাহা দিয়া মাছ পাতা চিবাইয়া থাকে। বোয়াল বা ঐ জাতীয় মাছেব দাঁত কিন্তু চোয়ালের উপব সন্নিবিষ্ট থাকে। বোয়াল, প্রভৃতি কতকগুলি মাছেব মুখবিবৰ অত্যন্ত প্রশস্ত। আবার কালবোস মাছেব মুখ দেহেব তুলনায় ছোট। কালবোস বা কই জাতীয় মাছেব মুখেব সামনে দুইটি মাংসেব গদি থাকে উহাদিগকে উহাদেব অধরোষ্ঠ বলিলে চলে। বঁডশীতে মাছ ধরিলে দেখিবে অধিকাংশ মাছেব ঠিক ঐ গদির নিচে একটি নরম জায়গায় বঁডশী আটকাইয়া থাকে।

ফ্যারিংস পার হইয়া মাছেব দীর্ঘ পোষ্টিক নালী কুণ্ডলীকৃত হইয়া পেটে থাকে ; ইহাব অপব প্রান্তই ইহাদেব মল নালী। ফ্যারিংসের পব যথাক্রমে ইসোফেগাস, আমাশয় বা পাকস্থলী ও অন্ত্র। বস্তুত সকলগুলিই পোষ্টিক নালীর অংশ মাত্র। পাকস্থলীকে জডাইয়া বন্ধ থাকে। এই বন্ধতই মাছের ষেটুলি। ইহাদেব পিত্ত-

নিচে উহাদেব অত্যাবশ্যকীয় শ্বাস-যন্ত্র ফুলকা থাকে বলিয়া তাহা স্ববক্ষিত বাষিবাৰ জন্ত কানকুয়া দুইটি শক্ত চেপ্টা হাডে গঠিত। বলিতে গেলে সকল মাছেব মাথাটিই একপ শক্ত হাড দ্বাৰা গঠিত। মাছেব মুড়া খাইবাৰ সময় ইহাদেব মাথায ঘি কোথায থাকে

খলীটির মুখ সরু এবং পিছন দিক মোটা যেন একটি গদা। ইহা সর্বদাই একপ্রকার সবুজবর্ণ তবল পদার্থে পূর্ণ থাকে। আববণটি অতিশয় পাতলা বলিয়া একটু নাড়িলে ইহা গলিয়া যায় এবং উক্ত তবল পদার্থ যদি মাছে পড়ে তবে মাছ তিক্ত হইয়া যায়। তাই সাবধানে মাছ কুটিতে হয় যেন খলিটি গলিয়া না যায়। যকুৎ ও পিত্তথলী উহাদের হজমী যন্ত্র।

মাছের পেটে আব একটি যন্ত্র আছে। তাহা তোমাদের সকলের পবিচিত পটকা। পটকায় দুইটি কক্ষ। দুইটি বক্ষ একত্র হইলে ইহাও একটি গদায়



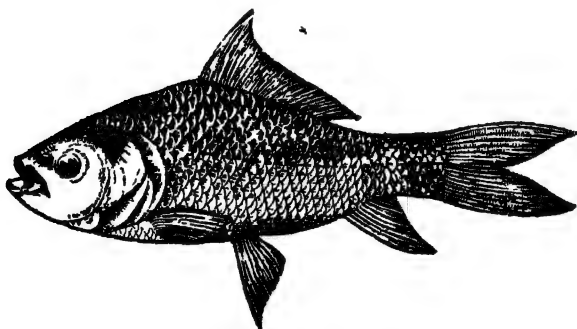
৩১ নং চিত্র - মাছের পৌষ্টিক নালী

মত দেখায়—মাঝখানটি যেন কোন কারণে চুপসিয়া গিয়াছে। মাছের পটকায় যখন বাতাস ভরা থাকে তখন ইহাকে ফোটাওয়া তোমরা অনেকে কোতুক কব। মাছ এই পটকা ইচ্ছামত ফুলাইয়া ইহাতে বাতাস ভরিতে পারে। তাহাতে ইহাদের ভাসিবার সুবিধা হয়।

রক্তসঞ্চালন প্রণালী (Circulatory system):—অত্যন্ত মেরুদণ্ডী প্রাণীর জায় ইহাদের রক্ত সঞ্চালন যন্ত্র আছে। ফুলকা দুইটিব মাঝে একটু নিচে হৃদয়। হৃদয়ের প্রধান দুইটি ভাগ অলিন্দ (Auricle) ও নিলয় (Ventricle)। হৃদয় হইতে দূষিত রক্ত, শিরা (Vein) দিয়া ফুলকায় নীত হয়। সেখানে ফুলকা দ্বারা স্কল হইতে অক্সিজেনের সাহায্যে ঐ দূষিত রক্ত বিশুদ্ধ

হইয়া সমস্ত শরীরে ছড়াইয়া পড়ে। আবার সমস্ত শরীরের দ্ব্যিত বক্ত ধমনী (Artery) দ্বাৰা বাহিত হইয়া হৃদয়ে পৌছায়। পুনরায় ঐ রক্ত বিশুদ্ধ হইয়া দেহ মধ্যে ছড়াইয়া পড়ে। হৃদয় সঙ্কুচিত হইলে বক্ত বাহিবে যায় এবং বিস্তারিত হইলে বাহিবেব বক্ত হৃদয়ে ছুটিয়া আসে। মাছেব বক্ত লাল—ইহাতে নিউ-ক্লিয়াসগুক্ত শ্বেত কণিকা ও লোহিত কণিকা দুই-ই আছে।

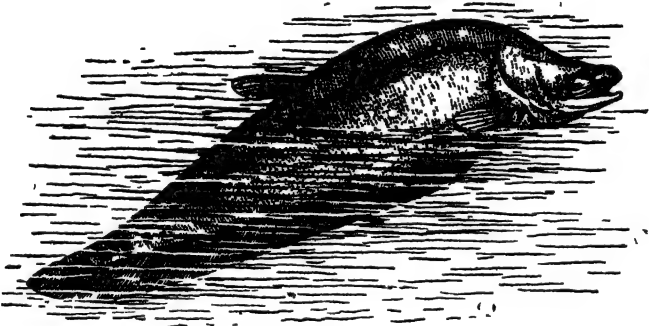
মাছ জলেব শেওলা ও ছোট ছোট পোকা মাকড় এবং ছোট ছোট মাছ খাইয়া বাঁচিয়া থাকে। অনেক মাছ আপন সন্তান দিগকে কাঁকে কাঁকে লইয়া ঘুরিয়া বেড়ায়। বধাকালে ল্যাটা, শোল প্রভৃতি মাছেব এইরূপ কাঁক পুকুবে দেখিতে পাওনা যায়। হিংস্র এবং শিকারী মাছেব বড় বড় দাত দেখা যায়। বোয়াল মাছ তিংস্র—ইহাব দাত অগ্ৰাগ্ৰ মাছেব চেয়ে বড় বড় এবং সংখ্যায় অধিক। কতকগুলি ছোট ছোট মাছ আছে তাহাবা জলেব উপবে থাকিতে ভালবাসে। কিন্তু অনিকাংশ বড় মাছ গভীর জলে বাস কৰিয়া থাকে। বান,



৩০ নং চিত্র—কাতলা মাছ

পাকাল প্রভৃতি মাছ পাবেব ভিতর থাকিতে ভালবাসে। সকল মাছই ঘোলা জলেব গন্ধে সেই দিকে ছুটিয়া যাইতে চায়। প্রত্যেক মাছ উজান ঠেলিয়া আনন্দ পায়। নদীব ঘোলা ও স্রোতেব জল ছাড়া ইলিশ মাছ বাঁচিতে পাবে না।

মাছ যে কত প্রকারের আছে তাহা বলা যায় না। তবে তোমরা যে চিংড়ি খাও তাহা প্রকৃত পক্ষে মাছ নয় জলের পোকা, ইহা হযত জান। মাছের সহিত ইহাদেব কোন সাদৃশ্য নাই কিন্তু পোকাব সহিত আছে। কই, শিঙি, চিতল প্রভৃতি কতকগুলি মাছ আছে তাহাবা জলে ফুট খায় দেখিয়াছ। ইহাবা অধিকক্ষণ জলে ডুবিয়া থাকিতে পারে না। কারণ জলের সঙ্গে যে অক্সিজেন আছে তাহা তাহাদেব শ্বাস-কার্যের পক্ষে যথেষ্ট নয়। তাই মাঝে মাঝে তাহাদিগকে জলের উপবেব বায়ু হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করিতে হয়। এই সকল মাছের অক্সিজেন গ্রহণ কবাকেই মাছের খাবি খাওয়া বলা। কই, কাতলাব খাবি

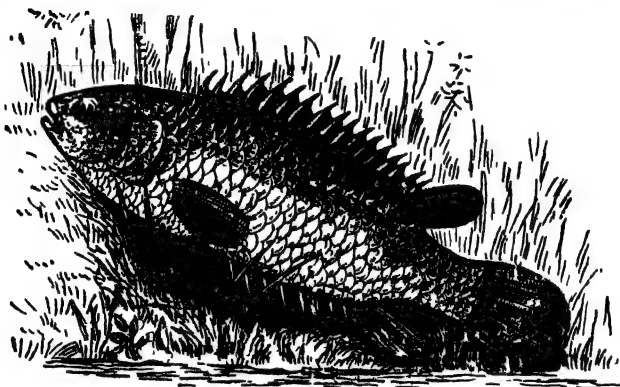


৩৩ নং চিত্র—চিতল মাছ

খাওয়া এবং ঐ সকল মাছের ফুট খাওয়ার উদ্দেশ্য এক হইলেও উহাদেব কার্যপদ্ধতি বিভিন্ন বলিয়া মনে হয়।

কতকগুলি মাছেব তেল এত অধিক হয় যে তাহাদিগকে তৈল দিয়া তো রাঁধিতেই হয় না অধিকন্তু ভাজিলে তাহাদেব দেহ হইতে যে তৈল নির্গত হয় তাহাতে অল্প কার্যও চলিতে পারে। উদাহরণ স্বরূপ ইলিশ মাছ ও কড মাছেব কথা বলা যাইতে পারে। ইলিশ মাছের মত সুস্বাদু মাছ নাই বগিলেই চলে। কড মাছেব তৈল ঔষধরূপে প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

মাছ একসঙ্গে বহু ডিম প্রসব করে। এমন কি একেবারে লক্ষ লক্ষ ডিম প্রসব করে। তাহা হইতে বাচ্চা বা পোনা হয়। রুই, কাতলা প্রভৃতি



৩৪ নং চিত্র—কইমাছ

মাছেব ডিম পুকুরে বা সকল নদীতে হয় না। সেইজন্য আমাদের দেশের জেলেবা স্বর্ণবেধা হইতে মাছেব ছোট ছোট পোনা আনিয়া পুকুরে ছাড়ে। মাছেব ডিমও আমাদের একটি সস্তাত খাদ্য।

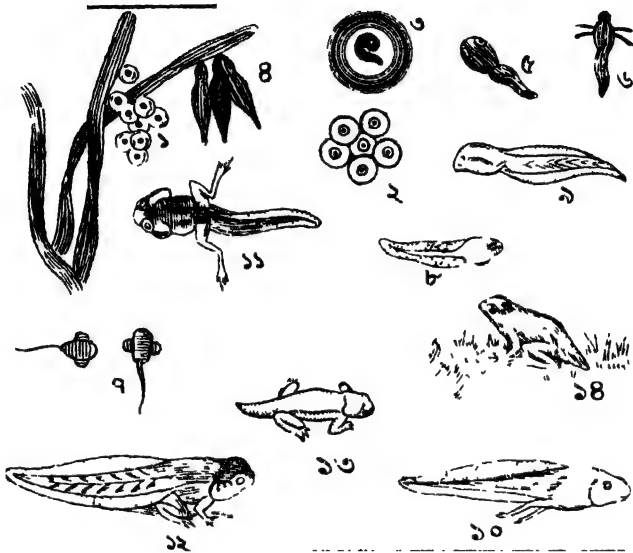
মাছ সাধারণত জলের জীব, তাই প্রত্যেক প্রকার মাছ সম্ভবণে পটু। কিন্তু ইহাদের মধ্যে এমন অনেক মাছ আছে যাহাবা অত্যন্ত অবয়ব দিয়া যাতায়াত করিতে পারে। কইমাছ কেমন কানকোয়া বাহিয়া মাটি বাহিয়া যায় হয় ত তোমরা দেখিয়াছ। পাকাল ও বান মাছ সাঁতাব দেওয়ার চেয়ে পাক কাটিয়া ঘাইতে পটু।

ব্যাঙ

ব্যাঙ মাছের পবেব স্তবেব জীব। মাছ জলে না থাকিলে মরিয়া যায়—ব্যাঙ বিস্ত্র উভচর। স্থলচর প্রাণীদের সঙ্গে ইহাদের যথেষ্ট সাদৃশ্য আছে। অথচ ছোট বেলায় যখন ইহাবা ব্যাঙাচি থাকে তখন দেখিলে ইহাবা 'যে কালে ব্যাঙ

হইবে একথা বিশ্বাস করা যায় না। তখন ইহাদিগকে মাছ বলিয়াই মনে হয়।

চিত্রে ১, ২ কবিতা ব্যাঙের ডিম হইতে বাচ্চা অবস্থা পর্যন্ত পরিণতি দেখান হইল। বর্ষাকালে কয়েক পশলা রুটি হইবার পবে ইহাবা পুকুরের ধারে ডিম



৩৫ নং চিত্র—ব্যাঙের পরিবর্তন

পাড়ে। প্রথমে গঁদের আটাব মত চট্‌চটে একটি পিণ্ডের মত ডিমগুলি একত্র হইয়া থাকে তন্মধ্যে কাল কাল দানাগুলিই উহাদের ডিম। যতদিন যাঘ জলের সংস্পর্শে ততই ডিমগুলি আকাবে বাড়িতে থাকে। পবে ক্রমে লম্বা হয়। তাহাব পরে দুই পাশে দুইটি ডানা বাহির হয় এবং মাথাব দিক চেপ্টা ও প্রায় গোলাকাক হয় এবং তাহার পিছনে লেজ দেখা দেয়। এই অবস্থায় কাল কাল পোকা হিসাবে আমবা পুকুরের ছলে ব্যাঙের বাচ্চা দেখি। ইহারাই ব্যাঙাচি নামে পরিচিত।

সোনা ব্যাঙএব ব্যাঙাচিব লেজ বেশ বড় হয়। ডিম হইতে বাহির হইয়া প্রায় ১৫ দিন পর্যন্ত তাহাদের মুখবিবর খোলে না বলিয়া তাহাদিগকে কিছু খাইতে হয় না। তখন ইহাবা দেহেব অংশ বিশেষ হইতে খাদ্য গ্রহণ করিয়া বাঁচিয়া থাকে।

প্রথমে ব্যাঙাচিব ফুলকা থাকে না। একটু বড় হইলে মুখে ফুলকা জন্মে, তাহাব দ্বারাই প্রথম প্রথম ইহাবা খাস কার্য চালায়। পরে মাছের ন্যায় ইহাদের কানকুয়া গজাইয়া উঠে এবং ফুলকা কানকুয়াব নিচে ঢাকা পড়িয়া যায়। তখন আবাব মাছের মত মুখ দিয়া জলশোষণ করিয়া কানকুয়া দিয়া বাহিব কবিয়া দেয়। সঙ্গে সঙ্গে ফুলকা দিয়া জলের অক্সিজেন গ্রহণ কবে। এই সময় হইতে উহাদের ফুস্ফুস জন্মাইতে আরম্ভ কবে। সোনা ব্যাঙেব ব্যাঙাচি অপেক্ষা কুনো-ব্যাঙেব ব্যাঙাচিব আগে কানকুয়া গজায়।

ন্যূনাধিক এক মাসের মধ্যে ব্যাঙএর দেহে আমূল পরিবর্তন ঘটে। কানকুয়াব নিচে ঢুই পাশে ঢুইটি পা বাহির হয়। পরে ঠিক লেজ ও দেহেব সংযোগস্থলেব একটু অগ্রভাগে ঢুইটি পিণ্ড দেখা দেয়, তাহাবাই বর্ধিত হইয়া কালক্রমে উহাদের পিছনেব পা গঠিত কবে। কানকুয়াব সামনেব পা চাপা থাকে বলিয়া মনে হয় যেন পিছনেব পা আগে বাহিব হয়। এই সময় হইতে ইহাদিগকে ব্যাঙেব বাচ্চা বলিয়া মনে হয়, তবু তখনও ইহাদের লেজ থাকে। যতদিন যায় তত লেজ খসিয়া যায় এবং দেহ ক্রমশ স্থূলতর হয়, পাগুলিও বড় হয়। ব্যাঙাচি অবস্থায় ইহাদের লেজ বা ঢুই পাশেব ডানা কাটিয়া দিলে উহাবা পুনর্বায গজাইয়া উঠে। কিন্তু বড় অবস্থায় ইহাদের হাত পা কাটিয়া গেলে আব বড় হয় না।

ব্যাঙ নানা জাতীয়। সকলগুলিব আকাব মুখ্যত একইরূপ হইলেও পার্থক্যও যথেষ্ট আছে। কোন কোন ব্যাঙ আকাবে অনেক বড়, কোন কোন গুলির মুখটি লম্বা, চোখ ছোট আবার কোন কোনগুলিব বা মুখ থাবড়া এবং চোখ বড়। কতকগুলি ব্যাঙেব গায়ে টিপ টিপ কাল রঙের বিন্দু থাকে এবং চামড়া অমসৃণ হয়, আবার কোন কোন ব্যাঙএর চামড়া মসৃণ এবং তাহাতে হলুদে রঙএর ভোরা দেখা যায়।

বর্ষাকালে জলে সবুজবর্ণের এক প্রকার ব্যাঙ দেখা যায়। ইহাদের আকার বড়, পিঠে কাল ডোরা, চামড়া মসৃণ। ইহাদিগকে সোনা ব্যাঙ (Rana)



৩৬নং চিত্র—সোনা ব্যাঙ

বলে। এক পশলা বুষ্টি হইলে ইহাদের আনন্দ আব ধবে না। মাঠে ঘাটে ইহাদের গ্যা গো শব্দে কান ঝালাপালা হইয়া উঠে।

আব এক প্রকাব ব্যাঙ দেখা যায়—ইহারা ঝোপে ঝোপে বা গর্তে লুকাইয়া থাকে, ইহাদের আকার বিশেষ বড় হয় না, দেখিতে অভ্যস্ত কদাকার। ইহাদিগকে কুনো ব্যাঙ (Bufo) বলে।

পূর্ণাঙ্গ ব্যাঙএর শরীর যন্ত্রের সহিত অগ্নাশ্ন স্থলচব মেকদণ্ডী জীবের অনেক সাদৃশ্য আছে। ইহাদের সর্বশরীর শক্ত চর্মাবৃত, মাথা এবং বুক বা পেট এক একটি বড় পিণ্ডের মত, খড় হইতে চারিটি পা বাহির হইয়াছে। মুখের উপর মাথায় দুইটি নাকের ছিদ্র আছে, তাহাতে দুইটি কপাটিকা আছে। কপাটিকাগুলি তাহাবা ইচ্ছামত খুলিতে বা বন্ধ করিতে পাবে, চোখ দুইটি উপর ও নিচেব পাতা দিয়া

বন্ধ করিতে পারে, কিন্তু আর একটি পর্দা ছাড়া ইহা বা চোখ বন্ধ না করিয়াও চাকিয়া রাখিতে পারে। চোখের পাশেই দুইটি কান পাতলা চামড়া দিয়া ঢাকা থাকে। ইহাদের ঘাড় বলিয়া কিছু নাই। খড় এবং মাথা এক সঙ্গে থাকে। সম্মুখের পায়ে ৪টি এবং পশ্চাতের পায়ে ৫টি করিয়া আঙ্গুল আছে।



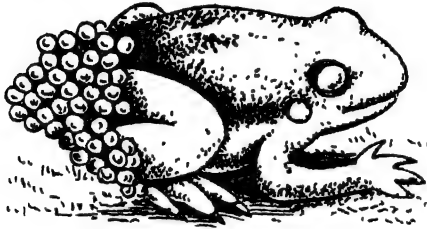
৩৭নং চিত্র—কুনো ব্যাঙ

পিছনেব পা গুলি সাধাবণত গুটাইয়া এবং সম্মুখেব পা উঁচু করিয়া ইহার মাথা উঁচু করিয়া বসিয়া থাকে। ছুটিবাব সময় পিছনেব পায়ে জোব দিয়া প্রসারিত ও সঙ্কুচিত করিয়া লাফাইয়া যায়।

সোন। ব্যাঙএব উপব পাটিতে দাঁত আছে কিন্তু কুনো ব্যাঙের নাই। মুখ বিববে একটি জিহ্বা আছে। এই জিহ্বাব সম্মুখ ভাগ চোয়ালের সহিত জোড়া কিন্তু পশ্চাভাগ আল্গ। বলিয়া উহাদিগকে জিভটিকে উন্টাইয়া বাহির করিতে হয়।

ইহাব। বেশীক্ষণ ই। কবিয়া থাকিতে পারে না, কাবণ ই। করিলে উহাদেব শ্বাস কাৰ্যের অন্তবিধা ঘটায় উহাব। ই।পাইয়া মবে। শ্বাস লইবার সময় মুখ বন্ধ করিয়া নাকের ঢাকা খুলিয়া বায়ু গ্রহণ কবে। পবে নাকের ঢাকা বন্ধ করিয়া মুখবিবর

সঙ্কুচিত করে। ইহাতে মুখ গছবরস্ব বায়ু, চাপ পাইয়া ফুস্ফুসে চলিয়া যায়। নিশ্বাস ত্যাগকালে মাংসশেশীর চাপ দিয়া ফুস্ফুস সঙ্কুচিত করে। তখন ফুস্ফুসের দ্ব্যিত বায়ু মুখে চলিয়া আসে এবং এখান হইতে বাহিরে চলিয়া যায়। এইরূপে ইহাদের শ্বাস কার্য চলে। ব্যাঙএব ত্বক সজ্জিত এবং পাতলা বলিয়া ত্বকের সাহায্যে ইহার। বায়ুমণ্ডলেব বায়ু এবং অল্প জলও শোষণ করিতে পারে। সে হিসাবে ইহাদের ত্বকও অনেকটা নাকের কাজ করিয়া থাকে।



৩৮নং চিত্র—ব্যাঙের পিঠে ডিম

এক প্রকার ব্যাঙ আছে তাহাবা ডিম পাড়িয়া তাহাব উপর বসিয়া থাকে, পৃষ্ঠের নিম্নভাগে ঐ ডিমগুলি আটকাইয়া থাকে, সেই অবস্থায়ও ইহাবা যাতায়াত করিয়া থাকে।

ফরাসীবা ব্যাঙএর মাংস খাইয়া থাকে। ব্যাঙের চামড়া হইতে মনিব্যাগ প্রভৃতি ছোট সৌখীন চামড়াব দ্রব্য প্রস্তুত হয়। ব্যাঙ ছোট খাটো পোক। মাকড় খাইয়া জীবন ধারণ কবে, সাপ ইহাব প্রধান শত্রু।

অংক্ষেপ :- মাছ মেরুদণ্ডী প্রাণীদের নিম্নতম শ্রেণীর জীব। ইহাদের শরীর সাধারণত চেপ্টা, দুই দিকে সরু এবং মধ্যস্থল মোটা। ইহাতে উহাদের জলে সাঁতার দিবার সুবিধা হয়। হাত পাবের পরিবর্তে উহাদের পাখনা থাকে, তদ্বারা উহাবা সাঁতার দেয় ও আপনাদের গতিপথ ঠিক বাখে। চোখের পাতা নাই তাই সূমাইবার সময়ও ইহাদের চোখ খোলা থাকে। খাবি খাইবার সময় উহারা মুখ দিয়া জল শোষণ করিয়া কানকুরা দিয়া ঐ জল বাহির করিয়া দেয়—কলে ফুল্কা দিয়া জলের অক্সিজেন শরীরে টানিয়া লয়। কতকগুলি মাছ অধিক দিন জলে বাস করিলেও তাহাদের অক্সিজেনের

অভাব ঘটে না, কিন্তু কই, শিঙি প্রভৃতি মাছের অধিক অক্সিজেন প্রয়োজন হয় বলিয়া উহাদিগকে মাঝে মাঝে জলের বাহিরে উঠিয়া বায়ু হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করিতে হয়, ইহাই মাছের ফুট খাওয়া। ইহাব পরের তরের জীব ব্যাঙ। ইহার উভচর—কাজেই ইহাদের সহিত জলচর এবং স্থলচর উভয় শ্রেণীর প্রাণীর কিছু না কিছু সাদৃশ্য আছে। একটি ডিম হইতে বহুপ্রকার বিবর্তনৈব পর তবে একটি পূর্ণাঙ্গ ব্যাঙ হয়। প্রথমে ইহাদিগকে পোকা, তাহার পর মাছ বলিয়া ভ্রম হয়। এই সকল অবস্থা বিবর্তনের পব পূর্ণাঙ্গ ব্যাঙ হয়। ইহাদের শরীর শক্ত চর্মাকৃত, মাথা এবং বুকের মাঝে গলা নাই। মাথায় দুইটি চোখ, তাহাতে তিনটি পাতা আছে; দুই পাতা দিয়া চোখ বন্ধ করিতে পারে এবং অপবটি দিয়া চোখ বন্ধ না করিলেও ঢাকা দিতে পারে। চোখের পাশে দুইটি কান পাতলা চামড়া দিয়া ঢাকা থাকে। সামনের পায়ে ৪টি করিয়া এবং পিছনের পায়ে ৫টি করিয়া আঙ্গুল আছে। ব্যাঙ বহু প্রকারের আছে।

চতুর্থ প্রশ্নমালা

১। অস্বাভাব প্রাণীর তুলনার মাছের প্রধান প্রধান বৈশিষ্ট্য কি? (What are the special characteristics of a fish as compared with other classes of the living?) (ক: বি: ১২৪০)

২। মাছের বিভিন্ন দেহ-বস্ত্রের বর্ণনা দাও। (Describe different organs of a fish)

৩। মাছের পোষ্টিক নালী সম্বন্ধে বাহা জান লিখ। (Write what you know of the alimentary canal of a fish)

৪। মাছ আমাদের কি কি উপকায়ে আসে। (What utility we get from a fish?)

৫। ব্যাঙের জীবনেতিহাস লিখ। (Write down the life history of a frog.)

৬। মাছ ও ব্যাঙের তুলনা কর। (Compare a fish with a frog.)

৭। ব্যাঙের চোখে কি বৈশিষ্ট্য আছে লিখ। (Write what peculiarity there is in the eye of a frog?)

৮। ডিম হইতে পূর্ণাঙ্গ ব্যাঙ হওয়ার পর্যন্ত ইহার অবস্থান্তর বিবরণ লিখ। (Write down different stages of a frog beginning from the egg)

পঞ্চম পরিচ্ছেদ

প্রাণী ও উদ্ভিদের পল্পপল্প নির্ভরশীলতা ও পান্নিপান্নিক অবস্থার সহিত সামঞ্জস্য রক্ষা

নির্ভরশীলতা

তোমরা হয়ত শুনিয়া থাকিবে জীব সৃষ্ট হইবার বহু পূর্ব হইতেই পৃথিবীর বৃকে উদ্ভিদ জন্ম লাভ করে। ইহাও ভগবানের অপার করুণার একটি নিদর্শন। কাবণ অল্পসঙ্কান কবিলে বৃকিতে পাবা যায় বৈচিত্র্যময় সৃষ্টি রহস্যের আব একটি গৃঢ়তম অভিসন্ধি ইহার মধ্যে নিহিত আছে। মানব শিশু জন্মাইবার বহু পূর্বে যেমন তিনি মাতৃ বক্ষে স্খাব সক্ষম করিয়া রাখেন তেমনি আদিম যুগে জীব শিশুর জন্ম জীব জননী ধবিত্রীর বৃকে শিশুর ভবিষ্যৎ আহাৰরূপে উদ্ভিদের সৃষ্টি করেন। প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ উপায়ে এই উদ্ভিদই জীবগণের প্রাণ ধারণের একমাত্র মঞ্চল, তাই আমরা দেখিতে পাই মকড়মি প্রভৃতি যে সকল অঞ্চলে উদ্ভিদের আধিক্য নাই সে সকল অঞ্চলে প্রাণীও নাই বলিলেই চলে।

প্রাণিগণ উদ্ভিদের নিকট ঋণী বলিয়া তাহাদিগকে উদ্ভিদগণের স্ব স্ব স্বাচ্ছন্দ্য বৃদ্ধি করিয়া তাহাদের বংশ বিস্তারের সুযোগ আনিয়া দিতে হয়, উদ্ভিদগণও অল্প দিকে শক্তি অনুসারে আপনাপন দেহ পাত করিয়া অথবা দেহাংশ ত্যাগ করিয়া জীবগণের উপকার সাধন করিয়া থাকে।

ধান, যব, গম, আম, লিচু, প্রভৃতি উদ্ভিদগণ প্রভূত পরিমাণে মানবের আহাৰ যোগাইয়া থাকে। ইউক্যালিপটাস, সিকোনা, বেলেডোনা, অশোক, বাকস হইতে আরম্ভ করিয়া মুখা, কালমেঘ, ব্রাহ্মী প্রভৃতি অগণন উদ্ভিদ রোগে ঔষধ এবং সাসু, বর্লি, এরাক্ট প্রভৃতি উদ্ভিদ আমাদের পথ্য যোগায়। চা, কফি, কোকো আমাদের আরাম দায়ক পানীয়, আলু, বেগুন, পটোল, পিয়াজ, লাউ, কুমড়া প্রভৃতি

আনাজ, নটে, পালম, পুঁই প্রভৃতি আমাদের নিত্য ব্যবহার্য সজ্জী, লঙ্কা, হলুদ, ধনে সরিষা, এলাচ, লবঙ্গ, দারুচিনি, হরিতকী, বয়ড়া, আমলকী, জায়ফল, কিসমিস পেস্তা, বাদাম এ সকলই উদ্ভিদেব দান। নীলবড়ি, কিশোরী রঙ, মেহেন্দী, হলুদ, প্রভৃতি রঞ্জক, বাঁশ, খড় প্রভৃতি কাগজের ত্রায় নিত্য প্রয়োজনীয় দ্রব্যের উপাদান, চন্দন, তুলসী প্রভৃতি সুগন্ধি সকলই উদ্ভিদ হইতে পাই। অশোক, বকুল, মালতী, যুঁই বেলা, চাঁপা গোলাপ প্রভৃতি গাছেব ফুল আমাদেরিগকে সুগন্ধ ও সৌন্দর্য দান করে, দেবার্চনায় আত্মাহুতি দেয়। শাল, সেগুন, হুঁদরী, গরাণ, মেহগি, আম জাম, কাঁটাল, লোহা, চাকুন্দা, পিয়াল, বাবলা, তেঁতুল প্রভৃতি বৃক্ষ হইতে জালানী কাঠ, কাঠ কয়লা, তক্তা প্রভৃতি পাওয়া যায়, গাছেব ছাল ও আঁশে নুতা, দড়ি এবং তাহা হইতে কাপড়, চট প্রভৃতি আবশ্যকীয় নিত্য প্রয়োজনীয় দ্রব্য প্রস্তুত হয়। এতস্ত্রিয় আবও কত যে উপকাব উদ্ভিদ হইতে জীবগণ পাইয়া থাকে তাহার ইয়ত্বা নাই। মাটি হইতে নাইট্রোজেন লইয়া নিজদেহে প্রোটিন জাতীয় এবং কার্বন ঘটিত মানবেব খাদ্য সঞ্চয় কবা ও আদিমকাল হইতে আবশ্য কবিয়া আজ পযন্ত বৃক্ষ শাখায় বা কোঁটরে মানুষকে আপনাদেব আবাস বচনা কবিতে দেওয়াও গাছেব মানব সেবার নিদর্শন।

কীট পতঙ্গগণ পুষ্পরেণু লইয়া পুষ্পান্তবে ছড়াইয়া দিয়া—পুষ্পের বীজ সঞ্চালিত করিবার সহায়তা কবে। অশ্বখ, বট প্রভৃতি ফল খাইয়া পক্ষিগণ বহুদূবে বিষ্ঠা-ত্যাগ করিলেও তাহা হইতে ঐ সকল গাছের চারা জন্মায়, ইহাতে উহাদেব বংশ বিস্তার হয়। চোর কাঁটা আমাদের কাপড়ে লাগিয়া স্থানান্তরে নীত হয়, ওকড়া কাঁটা গরু, বাছুর, ছাগল, ভেড়া প্রভৃতিব লোমে আটকাইয়া স্থানান্তরে নীত হয়, ইহাতেও ঐ সকল গাছের বংশ বিস্তার হয়। গভীর বনে যেখানে মনুষ্য সমাগম হইতে পারে না সেখানে কেঁচো গোপনে গাছের গোড়া খুঁড়িয়া দিয়া ইহার প্রভূত উপকার সাধন করে। মানুষ যে কার্বন-ডাই-অক্সাইড দেহান্তর হইতে দূষিত বলিয়া ত্যাগ করে তাহাই আবাব উদ্ভিদগণ স্ব স্ব শরীরে শোষণ করিয়া অক্সিজেন ফিরাইয়া দেয়। এই অক্সিজেন আবাব প্রাণিগণেব জীবনের প্রধানতম সঞ্চল,

ইহা তোমরা পূর্বেই জানিয়াছ। বাঁঝি, কলস উদ্ভিদ প্রভৃতি উদ্ভিদ কিরূপে কীট পতঙ্গ, খাইয়া জীবন ধারণ করে তাহাও পূর্বে জানিয়াছ। গোবর প্রভৃতি জীব-গণের বিষ্ঠা, শিংগুড়া, হাড় গুঁড়া প্রভৃতি উদ্ভিদের উৎকৃষ্ট সার। ব্যাঙেব ছাতা প্রভৃতি কয়েক প্রকার উদ্ভিদ মাংস বা চামড়া খাইয়া বৃদ্ধি লাভ করে।

এইরূপে উদ্ভিদ এবং জীবগণ একে অন্যের উপর যেমন নির্ভর করে তেমনই উহা বা পরস্পর পৰস্পরের উপকার সাধনও করিয়া থাকে।

প্রত্যক্ষভাবে উদ্ভিদও প্রাণীর পৰস্পরের নির্ভরতার কথা কিছু বলা হইল। কিন্তু পরোক্ষ ভাবেও এই পৰস্পর নির্ভরশীলতা বিद्यমান আছে। আলকাতবা বং, কতিপয় স্নগন্ধি ও আবও বহু পদার্থ আপাত দৃষ্টিতে অল্প পদার্থ হইতে প্রাপ্ত মনে হইলেও ইহাদের জন্ম বিষয়ে অহুসন্ধান করিলে বৃষ্টিতে পানি যায় ইহা বাও উদ্ভিজ্জ এবং প্রাণিগণের বিশেষ উপকারী।

সামঞ্জস্য রক্ষা

মানুষ যে দিন প্রথমে পৃথিবী দেখিল সেইদিন হইতে তাহাকে স্তম্ভ তঃখেব আবর্তনে পড়িয়া আপনাব কাঁচিয়া থাকিবাব উপায় খুঁজিয়া লইতে হইল। আদিম যুগে মানুষ গাছেব শাখায় তীব ও লতায় ধুক প্রস্তুত কবিয়া আত্মরক্ষার্থ শত্রু আক্রমণে ব্যবহাব কবিত, কিন্তু আজ সে অস্ত্র শস্ত্র নির্মাণে ক্রমশ অভিজ্ঞতা লাভ কবিয়া বন্দুক, কামান, টরপেডো প্রভৃতি সাংঘাতিক আগ্নেয়াস্ত্রের আবিষ্কার কবিয়াছে। স্বল্প পবিসব পবত গুহায় বা বুক কোটেব তাহাব আদিম বাস ছিল, বহু যুগ ব্যাপী চেষ্টা ও পবিশ্রমে আজ সে তাহাব বাসেব জগ্ন আমেরিকাব এম্পায়াব অব ষ্টেট্ বিল্ডিং এর মত সুরম্য গগনস্পর্শী হর্ম্যরাজি প্রস্তুত কবিয়াও তৃপ্ত নহে। কে জানে এই মহাসমবেব অবসানে জগতেব বৃকে আবও কত অলৌকিক কাণ্ড সামান্য ব্যাপার হইয়া দাঁড়াইবে। পাবিপাশ্বিক বিরুদ্ধ অবস্থার সহিত সে এইরূপে সংগ্রাম কবিয়া আসিতেছে এবং ভবিষ্যতে আসিবে, ফলে তাহার আচার

ব্যবহার, আকৃতি, প্রকৃতি সকল বিষয়েই একটি ক্রমিক পরিবর্তন সাধিত হইতে থাকিবে। এই পরিবর্তন কেবল মানুষের নহে, সমস্ত জীব জগৎ লইয়া এই ক্রমিক পরিবর্তন চলিতেছে। ডাবউইনের বিবর্তন কাহিনী (Darwin's theory of Evolution) তোমরা শুনিয়াছ। তাঁহার মতে মানুষের পূর্বপুরুষ বানর জাতীয় জীব ছিলেন—কৃষ্টি এবং পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত সামঞ্জস্য বিধানের ফলে তাঁহারা আজ “দীর্ঘকায় গৌরব কান্দি”।

তোমরা জ্ঞান সাগর, হ্রদ ও নদী তীববর্তী অধিবাসিগণের জীবিকা সাধাবণত মাছ ধরা, নৌকা চালনাও শুদ্ধি সংগ্রহ করা ; তাহাদের আচার, ব্যবহার, চাল, চলন, আকৃতি এবং প্রকৃতিতেও একটা বৈশিষ্ট্য লক্ষ্য করা যায়। সমতলবাসিগণ চাষ, পশুপালন প্রভৃতি দ্বারা ও বন্যেবা শিকার দ্বারা জীবিকার্জন করে, এইজন্ত পাহাড়িয়া, শীতপ্রধান দেশের অধিবাসি, মন্ডুবাসী, বন্য এবং সমতলবাসী লোকদের আচার ব্যবহার, চাল-চলন এবং আকৃতিও প্রকৃতিতে কত বৈশিষ্ট্য লক্ষ্য করা যায়। কেবলমাত্র আকৃতি দেখিয়া তাই অনেক লোকেব বাসভূমি ও প্রকৃতি বলা যাইতে পারে। এই সব বৈশিষ্ট্যের প্রধানতম কারণ পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত সামঞ্জস্য বক্ষা।

এখন যদি কোন নাতিশীতোষ্ণ প্রদেশের সমতল বাসীকে তুন্ড্রাঞ্চলে বা কোন শীত প্রধান দেশে গিয়া বাস কবিত্তে হয় তবে তাহাকে সেখানকার অধিবাসীদের পোষাকের ন্যায় গরম পোষাক ব্যবহার কবিত্তে হইবে, সেখানে সহজ প্রাপ্য বা সেখানকার জল বায়ুতে সহজ পাচ্য খাদ্য খাইতে হইবে। ফলে ভিতরে ভিতরে তাহাৰ শরীর এবং মনেরও পরিবর্তন ঘটিয়া যাইবে। তেমনই শীতপ্রধান দেশের লোক গ্রীষ্ম প্রধান দেশে আসিলে পরিবর্তিত হইবে। একরূপ পরিবর্তন তোমরা প্রত্যহই দেখিতে পাইবে।

এইবার মনুষ্যোত্তর প্রাণীদের বিষয় ধরা যাউক। শিকারী পশুদিগকে ছুটিতে হয় বলিয়া তাহাদের দেহ হাল্কা, পেট পাতলা, পা লম্বা, নখ এবং দাঁত তীক্ষ্ণ, ধারাল অস্ত্রের কাজ করে। ইহারা মাংসাসী। নিরামিষাসীদের দেহ অপেক্ষাকৃত স্থূল,

পেট মোটা। ইহাদেব ধারাল নখ ও দাঁত থাকে না, অনেকের খুর থাকে, শত্রু আক্রমণে সাহায্য করিবার জন্ত শিঙ থাকে। ইহাদেব হাত নাই বটে তবে তাহাদের অনেক কাজ লেজেব দ্বাৰা করে।

শিকারী পশু মাত্রই উগ্র এবং হিংস্র, কিন্তু নিরামিষাসী প্রাণিগণ সাধারণত হিংস্র নহে, ইহাদের স্বভাব তত উগ্রও নহে। শীতাতপ হইতে দেহ রক্ষা কবিবার জন্ত ইহাদের দেহ অধিক বা অল্প লোমাবৃত। যাহাবা শিকার করিয়া খায় তাহারা সাধারণত বন জঙ্গলে বাস কবে, কিন্তু অধিকাংশ নিবামিষাসী জন্তু সমতল দেশে বাস কবে। বহুরূপী বা গিরগিটি আপনাদিগকে শত্রুর আক্রমণ হইতে বক্ষা কবিবার জন্ত অথবা শিকার করিবার জন্ত আপন শবীবের বড় কিরূপে পবিবর্তন কবে তাহা বোধ হয় তোমরা দেখিয়াছ। লাউভগা সাপের বড় একেবাবে সবুজ—গাছেব পাতায় বা কচি শাখায় থাকিলে সহজে ইহাদিগকে চিনিতে পারা যায় না। প্রজাপতির সবুজ শূককীটগুলি পাতাব উপব যখন বসিয়া থাকে তখন ইহাদিগকে সহসা চিনিতে পারা যায় না—পাতাবই অংশ বলিয়া মনে হয়। মাকডলার শিকার প্রণালী স্বয়ং পূর্বে জানিয়াছ। এই সকল দিক বিচাব কবিলে বুঝা যায় মনুষ্যোত্তর প্রাণীও পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত সামঞ্জস্য রাখিয়া চলিবার যথেষ্ট প্রয়াস কবে। তাহাব ফলে, তলে তলে ইহাদেরও বিবর্তন ঘটিতেছে। পাখী বদি পাখা না থাকিয়া মাহুষের মত হাত, পা বা পত্তর মত চারিটি পা থাকিত তবে তাহাদের কতই না অসুবিধা হইত। সেইরূপ মাছেব পাখা ইহাদিগকে জলে সাঁতারাইবার সুবিধা দেয়, হাঁসেব পাও এই কাবণে উহাদের উপকারী। আবাদ দেহ গঠনেব দিক দিয়া বিচার করিলে দেখা যাইবে তাহার মধ্যেও একই তথ্য বিস্তমান—পারিপার্শ্বিক অবস্থাব সহিত সামঞ্জস্য বক্ষা। মনে কব সকল মাছেব শবীর পটোলের মত মধ্যে মোটা ও দুই দিক সরু না হইয়া যদি স্থলকায় হস্তীর চেহাবার মত হইত তবে তাহাদেব জল কাটিয়া সাঁতাব দিতে কত না অসুবিধা হইত। তেমনই পাখীদিগকে বায়ু কাটিয়া শূন্যে উড়িতে হয় বলিয়া তাহাদেব মাথার ও লেজের দিক সরু ও মধ্যে পেট মোটা।

এইবাব উদ্ভিদেব কথা ধরা যাউক। সাধারণত মরু বা পার্বত্য অঞ্চলের উদ্ভিদগণের পাতা সমতল সবস ভূমির উদ্ভিদগণের পাতা অপেক্ষা পুরু ; কারণ বলিতে পার কি ? পার্বত্য বা মরু অঞ্চলে বস স্থলভ নহে ; তাই গাছ পাতায় বস সংগ্রহ করিয়া বাখে, যাহাতে বহুদিন অনাবৃষ্টি হেতু রসের অভাব হইলেও ঐ সকল গাছ পাতা হইতে খাত্তের অভাব অনেকটা মিটাইয়া লইতে পাবে। অনেক গাছের কাঁটা, তীব্র গন্ধ, বিষাক্ত রস, কুটুহুটে গুঁয়া তাহাদিগকে শত্রুব আক্রমণ হইতে রক্ষা কবে। তেমনই কাহাবও কাহাবও ফুলেব সুগন্ধ ও সৌন্দর্য উহাদেব পবাগ সংযোগ ঘটাইবার জন্য ঘটকদিগকে আকৃষ্ট কবে। ইহাদেব বিভিন্ন অবস্থায় বিভিন্ন অঙ্গ রূপান্তরিত হইয়া বিভিন্ন কাজ করে। অবস্থাব পড়িয়া মূল বা কাণ্ড পাতার কাজ করে, পাতাও সময় বিশেষে মূল বা কাণ্ডের কাজ কবে। এক এক গাছেব আকর্ষণরূপ নূতন প্রত্যঙ্গ গজাইয়া গাছেব একটি বিশিষ্ট উপকাব কবে। ঐ সব গাছেব আকর্ষণ না থাকিলে উহাদেব বাঁচা দুর্ঘট হইত। কলস উদ্ভিদ বা বাঁঝিব শিকাব কবিবার কৌশল প্রভৃতিও পূর্বেই পড়িযাছ। তাহা হইলে এই সকল বিচাব কবিয়া বুঝিতে পারিতেছ পারিপার্শ্বিক অবস্থাব সহিত উদ্ভিদদিগকেও সংগ্রাম কবিয়া নিজেব দেহ বা প্রকৃতিকে বিরূত করিয়াও খাপ খাওয়াইয়া লইতে হইতেছে। সমস্ত জীব জগৎ জুড়িয়া এই ব্যাপার চলিতেছে। অতএব পারিপার্শ্বিক অবস্থাব সহিত সামঞ্জস্য বিধান জীব জগতেব একটি প্রধানতম কর্তব্য এবং জীবনেব একটি প্রধানতম লক্ষণ।

পঞ্চম প্রশ্নমালা

১। পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত জীবগণ কিরূপে সামঞ্জস্য রক্ষা করিয়া চলে তাহার একটি সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও (Give a brief account of how the livings adopt themselves to environments)

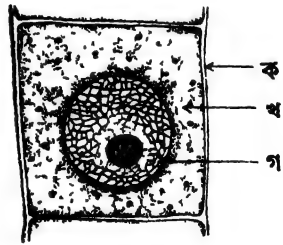
২। কোন্ কোন্ ক্ষেত্রে পারিপার্শ্বিক অবস্থার সামঞ্জস্য রক্ষা কবিত্তে গিয়া মানুষ, ইতর প্রাণী ও উদ্ভিদ আপনাদেব সাধারণ প্রকৃতিব পরিবর্তন করিয়াছে উদাহরণ দিয়া বুঝাইয়া দাও (Show by examples where the human beings, inferior animals and the plants change their respective natures under different circumstances)

শারীর-বিজ্ঞান

প্রথম পরিচ্ছেদ

মানবদেহের উপাদান

শুধু মানুষ নয় কীট, পতঙ্গ ও উদ্ভিদ প্রভৃতি জীবমাত্রেরই মূল উপাদান **সূক্ষ্ম কোষ (Cell)**। এই সূক্ষ্ম কোষ একত্র হইয়া জীবের বিভিন্ন অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ সৃষ্টি করে। প্রতি কোষে **প্রোটোপ্লাজম (Protoplasm)** নামক এক প্রকার তরল পদার্থ এবং তন্মধ্যে অপেক্ষাকৃত ঘনতর **নিউক্লিয়াস (Nucleus)** নামক একটি পদার্থ থাকে। নিউক্লিয়াস ও কোষ আপনা হইতেই ভাগ হইতে থাকে এবং এইরূপে একটি কোষ হইতে বহু কোষের সৃষ্টি হয়। জীবের দেহে দুই প্রকার কোষ দেখা যায়। এক প্রকার কোষের চারিদিকে প্রাচীর থাকে অন্য প্রকারের কোষের চারিদিকে অনাবৃত। যে সকল কোষের চারিদিকে প্রাচীর বেষ্টিত সেই সকল কোষ দ্বারা গঠিত দেহ কঠিন এবং অপর প্রকার কোষ দ্বারা গঠিত দেহ সাধারণত নরম হয়। উদ্ভিদের দেহ প্রথম প্রকার কোষ দ্বারা গঠিত এবং মানুষের দেহ অনাবৃত কোষ দ্বারা গঠিত বলিয়া উদ্ভিদের দেহ কঠিন এবং মানুষের দেহ নরম। চিত্রে একটি



১নং চিত্র—জীবকোষ

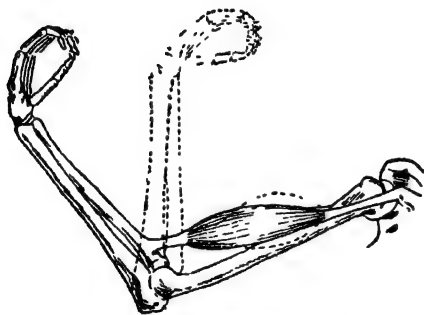
প্রাচীরবেষ্টিত কোষ দেখান হইল। ক ইহার প্রাচীর খ প্রোটোপ্লাজম ও গ নিউক্লিয়াস। এই কোষসমূহ একত্রিত হইয়া বহু প্রকারের **তন্তু (Tissue)**

সৃষ্টি করে। এই সকল তত্ত্ব হইতে আমাদের দেহের যাবতীয় যন্ত্রাদি ও অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ নির্মিত হয়। মানবের দেহে সাধারণত চারি শ্রেণীর তত্ত্ব দেখা যায়, যথা—আচ্ছাদক তত্ত্ব (Epithelial tissue), সংযোজক তত্ত্ব (Connective tissue), পেশীতত্ত্ব (Muscular tissue) এবং বাতর্বিহ তত্ত্ব (Nervous tissue)

আচ্ছাদক তত্ত্ব—দেহের অনাবৃত স্থান সমূহের উপর এবং গল্বববিশিষ্ট অংশের ভিতবেব দিকে এই প্রকাব তত্ত্ব পর্দাব স্ত্রায় লাগিয়া থাকে।

সংযোজক তত্ত্ব—এই তত্ত্ব দ্বাবা বিভিন্ন অংশ বিভিন্ন যন্ত্রাদিব সহিত সংযুক্ত থাকে। অবস্থান বিশেষে ইহাদেব ভিন্ন ভিন্ন নাম হইয়াছে।

পেশীতত্ত্ব—এই তত্ত্ব প্রয়োজনানুসাবে সঙ্কুচিত হইতে পাবে। কিন্তু কতক-



২নং চিত্র—পেশী তত্ত্বের সংকোচন ও প্রসারণ

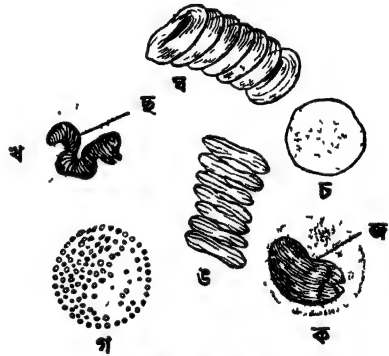
গুলি তত্ত্ব মাহুষেব ইচ্ছামত সঙ্কুচিত ও প্রসারিত হয় আবাব কতকগুলি হয় না। চোখেব পাতা আমরা ইচ্ছা করিলে খুলিতে ও বৃদ্ধাইতে পাবি। কিন্তু বক্তবহা ধমনীকে আমরা ইচ্ছামত বন্ধ করিতে পারি না।

চোখেব পাতাব পেশী মাহুষেব আজ্ঞাধীন কিন্তু রক্তবাহা নালীব পেশী মাহুষেব আজ্ঞাধীন নহে। দেহের সর্বত্র বিভিন্ন পেশী অস্থির সহিত সংযুক্ত থাকে।

বাতর্বিহ তত্ত্ব—মানবদেহের সমস্ত অস্থভূতি এই তত্ত্বব সাহায্যে ঘটিয়া থাকে। ইহা দ্বারা জীবের যাবতীয় ক্রিয়া নিয়ন্ত্রিত হয়। মস্তিষ্কই ইহার কেন্দ্র-স্থল। মস্তিষ্ক হইতে দেহেব বিভিন্ন যন্ত্রে এবং অন্ত্রান্ত অবয়বে, অথবা এই সকল

যন্ত্র বা অবয়ব হইতে মস্তিষ্কে সর্বপ্রকার অল্পভূতি, এই প্রকার তন্ত্র সাহায্যেই প্রেবিত হয়।

রক্ত (Blood)—জীবদেহের শ্রেষ্ঠ উপাদান। দেহের সর্বত্র ইহা বিভিন্ন **নালী বা নাড়ির (Vessels)** ভিতর দিয়া ছুটিয়া বেড়ায়। ইহা তরল এবং উজ্জল লোহিত বর্ণ বস্তু। ইহা প্রতি তন্ত্র মধ্যে গিয়া তন্ত্রগুলি পুষ্ট করে এবং তথা হইতে দূষিত পদার্থ টানিয়া দেহের বাহিবে ফেলিয়া দিতে সাহায্য কবে। রক্ত পরীক্ষা কবিলে দেখা যায় যে, ইহাতে প্রধানত **রক্তরস (Plasma)**, **স্বেত কণিকা (White corpuscles)** ও **লোহিত কণিকা (Red corpuscles)** নামক পদার্থ বিদ্যমান। স্বাভাবিক অবস্থায় রক্ত যখন দেহের মধ্যে ধাবিত হয়, তখন তাহা তবল থাকে, কিন্তু এই বস্তু কোনও



এং চিত্র—রক্ত কণিকা

প্রকারে দেহের বাহিবে পড়িলে জমাট বাঁধিয়া যায়। এইজন্তই দেখা যায় যে, রক্তপাত হইলে সেই স্থানে অল্প সময়ে রক্ত জমাট বাঁধিয়া উঠে। এই প্রকার জমাট রক্তে স্বেত ও লোহিত রক্তকণিকাগুলি পিণ্ডের আয় দলা পাকাইয়া থাকে এবং তাহা হইতে এক প্রকার তরল রস নির্গত হয়। এই তরল রসের বর্ণ দীর্ঘ লোহিত। এই রসকে **রক্তমণ্ড (Serum)** বলা হয়। রক্ত জমাট বাঁধিলে উহার রক্তরস হইতে সরু সূতার আয় **ফাইব্রিন (Fibrin)** নামক একটি পদার্থ নির্গত হয়, এই ফাইব্রিন ও রক্তকণিকাগুলি মিলিত হইয়া জমাট বাঁধে। চিত্রে দেখ ক খ গ প্রভৃতি কয়েকটি রক্ত কণিকা ও ছ জ উহার অন্তঃ উপাদান।

রক্তরস (Plasma)—দেখিতে হরিদ্রাভ। ইহাতে জল, লবণ, অ্যালবুমেন (Albumen) ও ফাইব্রিনোজেন প্রভৃতি থাকে। কলেবা প্রভৃতি রোগীর যখন নাড়ী বন্ধ হয় তখন তাহাদের রক্তের জলীয় অংশ কমিয়া যাওয়ায় রক্ত জমাট বাধিয়া যায় কাজেই চলাফেরা করিতে পারে না। তাই হুন জল ইন্জেকসন দিয়া রক্ত তরল কবিতে হয়।

লোহিত কণিকা (Red corpuscles)—ইহারা গোলাকার অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পদার্থ। মধ্যস্থানে কিছু চাপা। ইহাদের মধ্যে লোহিত রঙ বিশিষ্ট হিমোগ্লোবিন (Hæmoglobin) থাকায় ইহাদিগকে লাল দেখায়। এই হিমোগ্লোবিনেব সহিত অক্সিজেন দেহের বিভিন্ন কোষে চালিত হয় এবং কার্বন ডাই অক্সাইড উক্ত কোষ হইতে হিমোগ্লোবিনেব সহিত মিলিত হইয়া ফুস্ফুসে নীত হয়।

শ্বেত কণিকা (White corpuscle)—ইহাবা বর্ণহীন এবং লোহিত কণিকা অপেক্ষা অনেক বড়। বক্তেব মধ্যে ইহাদের সংখ্যা লোহিত কণিকা অপেক্ষা অনেক কম। কিন্তু বোগ বীজাণু ধ্বংস করিবার সময় ইহাবা যোদ্ধাব কাজ করে। কোন প্রকাবে বোগ বীজাণু দেহে প্রবিষ্ট হইলে ইহাবা তাহাদের সহিত যুদ্ধ কবিয়া তাহাদিগকে মাৰিয়া ফেলে। ইহাবা যুদ্ধে পরাজিত হইলে আমাদিগকে বোগাক্রমণ করে। অস্থিৰ মধ্যস্থিত **লোহিত মজ্জা (Red marrow)**, **লসিকা গ্রন্থি (Lymph glands)**, **টনসিল (Tonsil)** প্রভৃতি হইতে প্রাপ্ত বয়সে শ্বেত কণিকাব জন্ম হয়।

রক্তবহা নাড়ী (Blood vessel)—আকৃতি ও কার্ধেব বিভিন্নতা হিসাবে ইহাদিগকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়, যথা:—**শিরা (Vein)**, **ধমনী (Artery)** ও **কৈশিক নাড়ী (Capillary)**।

(১) **শিরা**—ইহাবা দেহের বিভিন্ন স্থান হইতে হৃদয়ের দিকে রক্ত বহন করিয়া লইয়া যায়। একটি শিরা দেহেব নিম্ন এবং একটি শিরা দেহের উপরের অংশ হইতে অপরিষ্কার রক্ত হৃদয়ে লইয়া যায়। ইহা ছাড়া ফুস্ফুস হইতে চারিটি

বৃহৎ শিরা এবং হৃৎপিণ্ডের পেশীর মধ্য হইতে কতিপয় শিরা হৃদয়ে রক্ত লইয়া যায়। শিরার গাত্র পাতলা এবং ইহার ভিতবে মাঝে মাঝে কপাটিকা (Valve) আছে। এই কপাটিকা থাকার জন্ত ইহার মধ্যে প্রবাহিত রক্ত এক দিকেই যাইতে পারে, দুই দিকে যাইতে পারে না। মৃত্যুব পব দেখা যায় যে, শিরার উভয় গাত্র জুড়িয়া গিয়াছে, কারণ শিরার স্থিতিস্থাপক শক্তি নাই। চিত্রে শিরার মধ্যে রক্তের গতি দেখান হইয়াছে।

(২) **ধমনী**—শিরা দ্বারা দেহে বিভিন্নস্থান হইতে নীত অপবিষ্কার রক্ত ফুস্ফুসে আসিয়া পবিকৃত হইয়া হৃদয়ে আসে। ধমনী সেই পবিকৃত রক্ত দেহে বিভিন্ন স্থানে সববরাহ কবে।

(৩) **কৈশিক নাড়ী**—শিরা ও ধমনী কৈশিক নাড়ী দ্বারা সংযুক্ত। ধমনী ও শিরার সূক্ষ্মতম অংশ যেখানে শেষ হইয়াছে, তথায় এই কৈশিক নাড়ী জাল বিস্তৃত। এই কৈশিক নাড়ী অতীব সূক্ষ্ম ও উহা দেহ অতি পাতলা।

গঠনানুসারে অস্থি চারি প্রকার :—

(১) **লম্বা অস্থি (Long bones)**—দ্বারা আমাদের দেহের কাঠামো প্রস্তুত হইয়াছে। ইহা প্রধানত চারি প্রকার, ইহা হস্তপদাদি কাঠামো তৈয়া কব্রিয়া থাকে।

(২) **ক্ষুদ্রা অস্থি (Short bones)**—এই সকল অস্থি, হস্ত পদের অঙ্গুলি ও অন্ত্রাঙ্গ অংশে পরপব জুড়িয়া থাকে এবং তাহাদের পরিচালনার সহায়তা কবে।

(৩) **চ্যাপ্টা অস্থি (Flat bones)**—ইহা মাথাব খুলি, বক্ষোগহ্বর ও উদরগহ্ববেব খাঁচা বচনা কব্রিয়া থাকে।

(৪) **অসমগঠন অস্থি (Irregular bonees)**—ইহা হস্ত ও পদে থাকে।

ইহা ছাড়া অস্থিব সহিত অনেক স্থানে সংলগ্ন **তরুণা অস্থি (Cartilage)** থাকে। অস্থিব প্রায় অর্ধেকাংশ জল এবং বাকি অংশ জৈব এবং অজৈব লবণ। তন্মধ্যে ক্যালসিয়াম ও ফস্ফরাস প্রধান। ক্ষয় রোগে এজন্ত রোগীকে ক্যালসিয়াম খাওয়াইবার জন্ত ব্যবস্থা করা হয়।

সংক্ষেপ :—মানব দেহেব প্রধান উপাদান জীব কোষ। এই জীবকোষগুলি প্রাচীর বেষ্টিত নয় বলিয়া মানবদেহ নয়ম। জীবকোষে প্রোটোপ্লাজম ও নিউক্লিয়াস আছে। জীবকোষগুলি আমাদের দেহে চাবিপ্রকার তত্ত্ব সৃষ্টি করে—আচ্ছাদক, সংযোজক, পেশী ও বাতর্বিহ তত্ত্ব। বক্ত মাংস, হাড়, মেদ, মজ্জা ইত্যাদিও দেহেব এক একটি উপাদান। বক্তে শ্বেতকণিকা, রক্ত কণিকা, বক্ত রস ও রক্ত মণ্ড থাকে। রক্ত বহা নাড়ীর কার্যেব বিভিন্নতা হিসাবে, ইহারা শিবা, ধমনী ও কৈশিক নালীতে বিভক্ত। অস্থিও বিভিন্ন প্রকারের হয়—যথা, লম্বাস্থি, ক্ষুদ্রাস্থি, চ্যাপ্টা অস্থি ও অসমগঠন অস্থি।

প্রথম প্রশ্নমালা

১। মানবদেহের প্রধান উপাদানগুলির সংক্ষিপ্ত বিবরণ লিখ। (Give a short account of chief constituents of a human body.)

২। দেহে কত প্রকার রক্তবহা নাড়ী এবং অস্থি আছে লিখ। (Write how many kinds of blood vessels and bones there are in our bodies)

৩। রক্তেব এবং জীবকোষের বিভিন্ন উপাদান কি কি? (What are the chief ingredients of a cell and blood ?)

— — —

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ

নরদেহের বিভিন্ন যন্ত্র

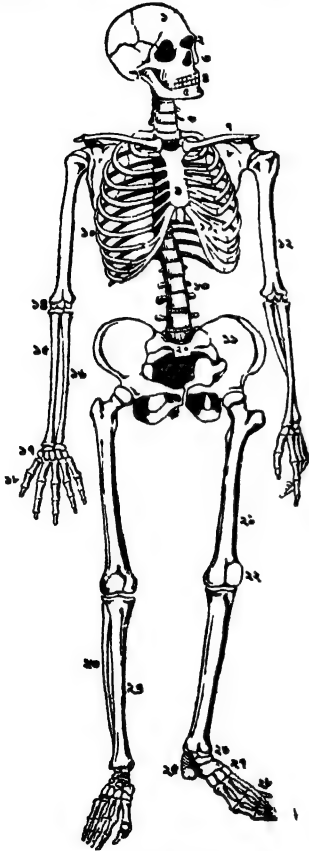
কঙ্কাল

জাহাজ, রেলগাড়ী, উডো জাহাজ কলেব সাহায্যে কেমন মানুষেব ইচ্ছামত চলিয়া বেড়ায়, গ্রামোফোনে কথা কয়, গান গায়, ছায়াচিত্রে জীবন্ত মানুষেব মত চিত্র চলাফেরা কবে, কথাবার্তাও কহিয়া থাকে। এ সকল বৈজ্ঞানিক তথ্যেব বিষয় আলোচনা কবিলে আমবা বিশ্বযে অভিজুত হই, ইহাদের আবিষ্কর্তাব প্রতি আমাদেব আন্তরিক ধন্যবাদ স্বতই উৎসাবিত হইয়া উঠে, কিন্তু ভাবিয়া দেখি মানুষেব দেহযন্ত্র এবং তাহাব সৃষ্টি কৌশল আবও কত বিশ্বযকব, অভাবনীয়। যুগ যুগ সাধনাব বলে মানুষ বহু অপূর্ব ব্যাপাব সাধন কবিতেকে। কিন্তু এমন দিন কি কখনও আসিবে যখন মানুষ জাহাজ, গাড়ী, উডোজাহাজেব মত কাবখানায় মানুষ সৃষ্টি কবিবে ?

অপাত দৃষ্টিতে জীবেব দেহযন্ত্র অতীব জটিল ও সূক্ষ্ম হইলেও ইহাতে ঘে সাধারণ বিজ্ঞান সম্মত উপায়ে বহু কার্যই সংসাধিত হইয়া থাকে তাহাতে সন্দেহ মাত্র নাই। বস্তুত নরদেহও একপ্রকাব এঞ্জিন—ইহার নির্মাণ কৌশল মানুষেব আয়ত্তে না থাকিলেও মেবামতি কাজ যে মানুষেব দ্বাবা একেবাবেই অসম্ভব একথা বলা যায় না। অতএব এ যন্ত্রটি বহুদিন স্থায়ী এবং নির্দোষ করিতে হইলে ইহাব বিভিন্ন অংশেব সহিত পবিচিত্র হওয়া দবকাব। পবে তাহাদিগকে কিরূপে কার্য-ক্ষম বাধা যাইতে পাবে তাহা দেখা যাইবে।

নরদেহ সাধনপত তিন ভাগে বিভক্ত—(১) মস্তক (২) ধড় ও (৩) হস্তপদ।

প্রত্যেক অংশেই কিন্তু অস্থি, মাংস, পেশী, মেদ, মজ্জা, রক্ত ইত্যাদি বহিয়াছে।



৪নং চিত্র—নবকঙ্কাল

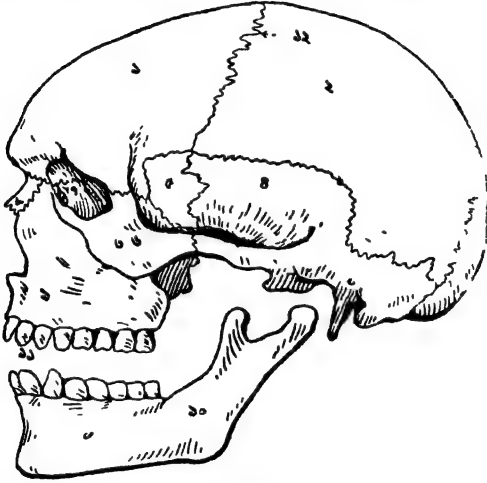
হাডেব কাঠামোর উপর মাংস পেশী লাগাইয়া তাহাতে চর্ম ঢাকা আছে।

মস্তক—জীব দেহেব সর্বাপেক্ষা প্রয়োজনীয় অংশ। ইহার ভিতর নব-দেহেব সর্বাপেক্ষা সাব বস্তু **মস্তিষ্ক** (Brain) বহিয়াছে। মস্তিষ্ক মানব দেহেব সর্বাধিক প্রয়োজনীয় বলিয়া পাছে ইহাতে কোনকপ আঘাত লাগে তাই ভগবান ইহাকে শক্ত হাডেব দ্বাৰা সুবক্ষিত বাগিয়াছেন। মোট ২২খানি হাড় একটি কোটা প্রস্থত কবিয়া তাহাব মধ্যে মস্তিষ্ক বক্ষিত হইয়াছে। মস্তকে আমাদের কর্ণ-দ্রিয়েব অধিকাংশগুলি আছে, সেই হিসাবেও মস্তক আমাদের সর্বাপেক্ষা প্রয়োজনীয় সম্পদ। মস্তকেব সর্বোপরি অংশে মস্তিষ্ক জল সিক্ত একখণ্ড স্পঞ্জেব মত বিদ্যমান। মস্তিষ্কের বিষয় পবে শিখিবে।

চক্ষু, বর্ণ, নাসিকা, মূখ ঠোঁট ইত্যাদি সকলই মস্তকে আছে, ইহাদেব এক একটির বিষয় কিছু কিছু বলিতে গেলেও অনেক কিছু

বলিতে হইবে। মস্তক গোলাকার একটি বলেব মত বলিলেও চলে

দেহ কাণ্ড বা খড়—ইহা মস্তক অপেক্ষা অধিকতর লম্বা, চওড়া এবং পুরু। দেহেব অপেক্ষাকৃত সরু অংশ গলার দ্বারা ইহা মাথাব সহিত সংযুক্ত আছে। হাত, পা এবং মাথা কাটিয়া দিলে খড়টি প্রায় কুমড়ার আকার ধারণ কবে। এই খড়কেও মোটামুটি তিন অংশে বিভক্ত করা যাইতে পারে, গ্রীবা, বক্ষ ও উদব। মস্তকের মস্তিস্কেব মতই খড়ের সর্বাপেক্ষা মূল্যবান সম্পদ হৃদয় (Heart), বক্ষ



নং চিত্র—মাথাব হাড়

গহ্ববে অবস্থিত। এঞ্জিন যেমন সমস্ত ট্রেনটিকে চালাইয়া লয় আমাদের দেহ যন্ত্রেব এঞ্জিন হৃদয় সেরূপ আমাদের দেহ যন্ত্রকে চালাইয়া থাকে। এই এঞ্জিন যে কি উপায়ে চলিতেছে তাহা এখনও মানুষের জ্ঞানেব অতীতই রহিয়াছে। মস্তিষ্ক এবং হৃদয় দুই-ই সমান প্রয়োজনীয়, একটির অভাবে অপরটি বাঁচিতে পাবে না। তাই দেহ যন্ত্রেব মস্তক যেমন প্রয়োজনীয়, দেহ কাণ্ড ঠিক তেমনই প্রয়োজনীয়। ইহাদের কোনটি নষ্ট হইলে আমাদের দেহ নষ্ট হইতে বাধ্য হয়। কিন্তু হস্তপদাদি সেরূপ মূল্যবান অংশ নুহে। ইহাদিগকে বাদ দিলেও আমরা বাঁচিতে পারি। দেহযন্ত্রে

বাহ্য প্রয়োজন সরবরাহ করিবার জন্য ইহারা ভূত্বক ত্রায় কার্য করে। চক্ষু কর্ণাদি আছে বলিয়া মস্তক তবু কিছু আমাদের বাহ্য কাজ কবিয়া থাকে, কিন্তু সে দিক দিয়া ধড়কে একেবারে নিষ্ক্রিয় বলা যাইতে পারে।

মস্তিষ্ক যেমন কতকগুলি চণ্ডা হাড়ের কোটাব মধ্যে বক্ষিত হৃদযও সেইরূপ বক্ষ গহ্বরে হাড়ের খাঁচায় সুবক্ষিত। এখানকাব যে হাড়গুলি খাঁচা প্রস্তুত কবিয়াছে তাহাবা কিন্তু মাথার হাড়ের মত চেষ্টা নহে। ইহাবা কাঠিব মত সন্ধ এবং লম্বা। এই খাঁচাটিও মাংস ইত্যাদি দ্বারা আবৃত। বাহিব হইতে আক্রান্ত হইলে সহজে হৃদয যাহাতে আঘাত পাইতে না পাবে তজ্জন্য গহ্ববটি আয়তনে বেশ বড় বাধা হইয়াছে। মেরুদণ্ডই দেহের প্রধান অস্থি। ইহাব জন্ত দেহের কাঠাম স্তুদুত অগচ খাড়া থাকে, মেরুদণ্ড না থাকিলে সমস্ত দেহকাণ্ডটি পাকাইয়া পিণ্ডাকাব হইয়া যাইত। তথাপি এই মেরুদণ্ডকে অল্প বাঁকাইতে পাবা যায়। তোমাদের মধ্যে অনেকেই কুজ হইয়া বসিবার জন্য শিক্ষক মহাশযের বমক খাইয়া থাক। মেরুদণ্ডের হাড় যদি নমনীয় না হইত তবে মানুষ কখনও পিঠ বাঁকাইয়া কঁজা হইল বসিতে পাবিত না। তোমাব বড় বড় মাছ কুটিবায় সময় দেখিয়াছ মাছেব শিবদাঁড়ার হাড় কেমন খণ্ডে খণ্ডে বিভক্ত, যেন মনে হয় কতকগুলি খণ্ড হাড় মালাব মত গ্রথিত বহিয়াছে। আমাদের মেরুদণ্ডের হাড়ও ঐকপ খণ্ড খণ্ড, একত্র গ্রথিত হইয়া সমস্ত মেরুদণ্ডটিকে সাজাইয়া বাধিয়াছে, এক একটি খণ্ডকে কশেরুকা (Vertebra) বলা হয়। এই কশেরুকাব সংখ্যা তেত্রিশ। এই তেত্রিশখানি কশেরুকাব সাতখানি গলদেশীয় (Cervical), বাবখানি পৃষ্ঠদেশীয় (Dorsal), পাঁচখানি কটিদেশীয় (Tumbar), পাঁচখানি বস্ত্রদেশীয় (Sacral) এবং নিচের দিকে চারিখানি পুচ্ছদেশীয় (Coccygeal)। কশেরুকাব প্রত্যেকটি ফাঁপা, এক একটিকে পৃথক কবিলে বেশ একটি আঁটির মত দেখায়। সমস্ত কশেরুকাগুলি যখন একত্র সংবদ্ধ থাকে তখন ইহাব ভিতব যে একটি নর্দমাব মত নালী প্রস্তুত হয় তাহার ভিতর মেরুমজ্জা (Spinal coru) পূবা থাকে। এই মেরুমজ্জা এই নালীব ভিতব একটি মোটা দড়ির

মত লক্ষ্যমান থাকিয়া নালীটি বন্ধ করিয়া রাখে। এই মেরুমজ্জা কতকটা ঘুতের
গ্রায় পদার্থ। তোমরা বড় মাছের শিবের কাঁটা
ভিতর এইরূপ পদার্থ দেখিতে পাইবে। কশেককা-
গুলির সন্ধিস্থলে এক একটি তরুণাস্থির (Cartilage)
গদি থাকে। আমাদের কানেক পাতাও তরুণাস্থি
দ্বারা গঠিত। তাই আমরা কানেক পাতা অনেকটা
হুমডহেতে পারি।

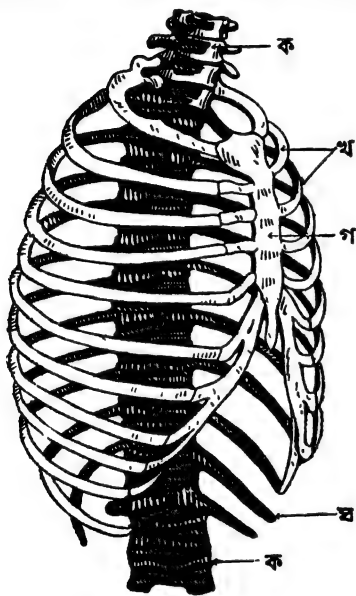
৪নং চিত্রে একটি নবকঙ্কাল দেখান হইয়াছে।
১, ২, ৩ ইত্যাদি সংখ্যা দ্বারা নবকঙ্কালে কত ভিন্ন
প্রকারের হাড় হইতে পারে দেখান হইয়াছে। স্বরণ
বাখিও প্রত্যেক নম্বরের হাড় সংখ্যায় একাধিক হইতে
পারে। চিত্রটি লক্ষ্য করিলে স্পষ্ট বুঝিতে পারিবে
এক প্রকারের প্রত্যেক হাড়ে ভিন্ন নম্বর দেওয়া নাই।
৫নং চিত্রে মাথার খুলির মোট ২২ খানি হাড়ের ১১
খানির নম্বর দেওয়া আছে। বাকি ১১ খানি হাড়
প্রত্যেক হাড়টির বিপরীত দিকে অবস্থিত।



৬নং চিত্র—মেরুদণ্ড ও
কশেককা

গল দেশ :—মুখ গহবরের নিচে চোয়াল,
তাহার নিয়মিত হইতে গলদেশ। গলদেশে যেমন
মেরু মজ্জার পথ লক্ষ্যমান সেইরূপ আরও কয়েকটি
নল বর্তমান। তাহাদের মধ্যে দুইটির কথা এখানে বলি। একটি অন্ননালী
(Oesophagus), অপবটি শ্বাসনালী (Trachea)। নাসিকা গহবর হইতে
যে নালী আবদ্ধ হয় তাহা মুখ গহবরে মিলিত হয় বটে কিন্তু মুখ গহবর হইতে
বাহির হইয়া পুনরায় ইহা দহ কাণ্ডের দিকে চলিয়া যায়। আবার মুখ-গহবর
হইতে অন্ননালী নির্গত হইয়াছে। শ্বাসনালী ও অন্ন নালীর সংযোগ স্থানকে
ফ্যারিংস (Pharynx) বলা হয়। তাহা হইলে মুখ গহবর যেন একটি হ্রদ এবং

শ্বাসনালীর নিচেব অংশ ও অগ্ননালী যেন দুইটি নদী। ইহাদেব সংযোগ স্থলে **অধি-জিহ্বা** (Epiglottis) একটি কপাটিকা (Valve) কাজ কবে। মুখের গহববেব উপবিভাগ **তালু** (Palate)। **তালুর কোমলাংশ** (Soft palate) একটি কপাটিকার মত শ্বাসনালীব পথ খুলিয়া দেয় ও বন্ধ কবে। শ্বাসনালীব দ্বাৰা আমাদেব দেহে বায়ু চলাচল কবে এবং অগ্ননালী দ্বাৰা ভুক্ত



৭নং চিত্র—বুকের হাড়

দ্রব্য উদবে চলিয়া যায়। বায়ু ও ভুক্ত দ্রব্যের যাতায়াতের সময় গোল বাধে ফাটিংসে। এককালে যদি শ্বাসেব কার্য এবং ভোজন কার্য চালান হয় তবে ভুক্ত দ্রব্য অনেক সময় উপবে উঠিয়া শ্বাস নালীতে চলিয়া যায়। এই সময় আমাদেব বিষম লাগে। তাই একসঙ্গে শ্বাস কার্য ও ভোজন কার্য চালান যায় না। বিষম লাগিলে এইজন্য অনেক সময় নাক দিয়া ভুক্তদ্রব্য বাহির হইয়া থাকে।

উক্ত দুই প্রকার নালী ছাড়াও শিৰা, ধমনী প্রভৃতি গলদেশ দিয়া প্রবাহিত, ইহাদেব বিষয় পরে বলা যাইবে।

বন্ধ গহববেব খাঁচাটি বাব জোড়া **পঞ্জরাস্থি** (Ribs) দ্বারা নিমিত হইয়াছে। বাবটি কশেককাব দশটির দুই পাশ হইতে ঐ বাব জোড়ার দশ জোড়া পঞ্জরাস্থি বাহির হইয়া সম্মুখের **বক্ষফলকে** (Sternum) মিলিত হইয়াছে এবং দুই জোড়া বাকি দুইটি কশেককা হইতে বাহির হইয়া অর্ধ পথে শেষ হইয়াছে,

বক্ষ ফলক পৰ্যন্ত পৌছায় নাই। এই সকল অস্থিগুলি একটু চেপ্টা ধৰণেৰ। চিত্ৰে দেখ ক দুইটি ভিন্ন কশেৰুকা (Vertebra), খ দুইটি ভিন্ন পঞ্জবাস্থি, গ বক্ষফলক এবং ঘ একটি অৰ্ধপঞ্জব।

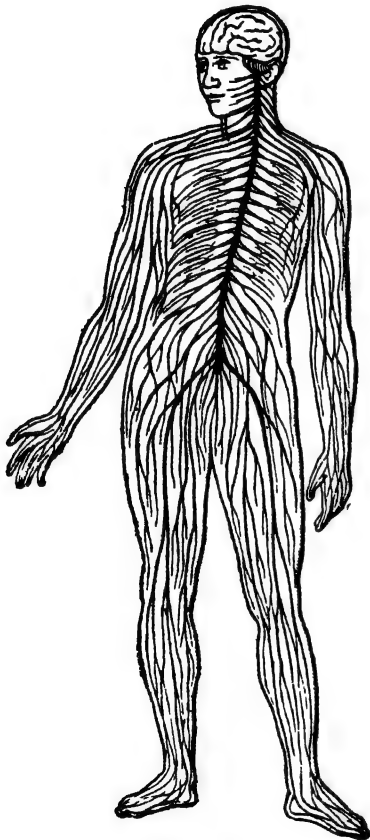
উদর (Abdominal cavity) :—অন্ননালী গলদেশ হইতে নামিয়া উদবে অনেকগুলি পাক থাইয়া অবশেষে গুহ্ৰ দেশ পৰ্যন্ত গিয়াছে। উদরেই অন্ন নালীৰ আকাৰ নানা বকম হইবাছে, কোথাও মোটা কোথাও সৰু কখনও বা উপৰ্গামী কখন নিম্নগামী। ইহাব অংশ বিশেষ আবাব বিভিন্ন কাৰ্ধও কৰিয়া থাকে। সেই হিসাবে ইহাব বিভিন্ন নামও হইবাছে। উদবেই **প্লাহা (Spleen)**, **যকৃত (Liver)**, **বৃক্ক (Kidney)** ইত্যাদি আছে।

হাত ও পা :—ইহাবা প্ৰত্যেকেই তিন অংশে বিভক্ত। **প্ৰগণ্ড (Upper arm)**, **প্ৰকোষ্ঠ (Fore arm)** ও **চেটো (Palm)** যেমন হাতেৰ তিন অংশ, **উৰু (Thigh)**, **জঙ্ঘা (Shank)** ও **পদতল (Foot)** তেমনই পায়েৰ তিন অংশ। এই দুই অংশেৰ অস্থি বিভাগ প্রায় সমান। প্ৰগণ্ডে ও উকতে একখানি কবিয়া লম্বা অস্থি, প্ৰকোষ্ঠে ও জঙ্ঘায় দুইখানি কবিয়া অস্থি আছে। হাতেৰ চেটোতে ২৭টি কিন্তু পদতলে ২৬টি কবিয়া অস্থি আছে।

নাৰ্ভ-তন্ত্ৰ (Nervous System)

আমাদেৰ মস্তিষ্কে যদি কেন্দ্ৰীয় টেলিগ্ৰাফ অফিস ধৰা যায় তবে নাৰ্ভ-তন্ত্ৰগুলি বিভিন্ন প্ৰদেশ হইতে আগত তাবেৰ সহিত তুলনীয় হইবে। তড়িৎ বহনই যেমন টেলিগ্ৰাফ তাবেৰ কাৰ্য, তেমনই দেহেৰ আনন্দ বা বেদনা ইত্যাদি অন্তৰ্ভূতি বহন কবিয়া মস্তিষ্কে পৌছাইয়া দেওয়াই ইহাদেৰ কাৰ্য। মনে বব আমাদেৰ দেহেৰ কোন স্থানে পিন ফুটিয়া গেল, আমবা কিন্তু তৎক্ষণাৎ বেদনা অনুভব কবি না। পিন ফুটিবার পর এই নাৰ্ভ মস্তিষ্কে গিয়া খবব দিলে তবে আমবা বেদনাৰ অনুভূতি পাইব। অবশ্য একথা ঠিক যে এই সংবাদ মস্তিষ্কে বহন কৰিয়া লইয়া গিয়া

আমাদের অনুভূতি জাগাইতে যে সময় যায় তাহা অতি অল্প, এমন কি কান্না দুইটি একসঙ্গে হয় বলিলেও চলে।



৮নং চিত্র—নার্ভ-তন্ত্র

মস্তিষ্ক এবং মেরু-মজ্জা নার্ভতন্তুগুলি হইতে উদ্ভূত হইয়া দেহের চারিদিকে বিস্তৃত হইয়া আছে। শুধু যে নার্ভ বাতাবহের কার্য কবে তাহাই নহে। ইহা বা শরীরের যন্ত্রাদি শাসনাধীনে বাথে এবং দেহ যন্ত্রের প্রত্যেকটির কার্য নিয়ন্ত্রিত কবে বা প্রত্যেকটিতে কান্নার নির্দেশ দিয়া থাকে।

স্থানান্তর সম্মুখে আসিলে চোখের নার্ভ গিয়া মস্তিষ্কে খবর পাঠায়, এমনই আব একটি নার্ভ মস্তিষ্ক হইতে আসিয়া একটি গ্যাংগুকে লালা নিঃসরণ কবিত্তে বলে, এমনই আমাদের জিহ্বায় জল আসে। অগ্র নার্ভ আসিয়া হাতকে কান্না কবিত্তে বলিলে হাত পেশী সঙ্কোচন ও প্রসারণ কবিয়া ঐ খাবার মুখে তুলে এবং দাঁত চিবায়, এইরূপে পর্ববর্তী কার্য সকল সাধিত হয়। কিন্তু

প্রতি মুহূর্তের কার্যই নার্ভ মস্তিষ্কে পাঠাইয়া দেয় এবং কাহাকে কি করিতে

হইবে প্রতি অঙ্গে প্রতি মুহূর্তে নির্দেশ আনিয়া দেয়। তাহা হইলে নার্ভ দুই বকম—এক বকম বাহ্যিক অস্থিভূতি মস্তিষ্কে লইয়া যায়, অপবগুলি মস্তিষ্ক হইতে নির্দেশ আনে। প্রথম প্রকারের নার্ভকে **অন্তর্বাহী** (Afferent) এবং দ্বিতীয় প্রকারকে **বহির্বাহী** (Efferent) বলা হয়।

মস্তিষ্ক বাজার মত থাকিয়া নার্ভগুলি দ্বারা আপনার প্রভাব সমস্ত দেহের উপর ছড়াইয়া বসিয়াছে। দেহের সকলকথা লইয়াই মস্তিষ্ক নিষ্ক্রিয় থাকে না, যাহাতে প্রতি অঙ্গ ক্রিয়াশীল হয় তাহাব ব্যবস্থা করে।

নিউক্লিয়াসযুক্ত নার্ভকোষ দ্বারা নার্ভসূত্র গঠিত। কোন অঙ্গের ঐ নার্ভকোষগুলি মরিয়া গেলে নার্ভগুলিও মরিয়া যায়। তখন যে অঙ্গ ঐ নার্ভগুলি থাকে সে অঙ্গ নিষ্ক্রিয় হইয়া যায়। তোমরা পক্ষাঘাত বোগী দেখিয়াছ। তাহাদেব অঙ্গগুলির পবিবর্তন কিছুই বুঝা যায় না—কিন্তু সেই সকল অঙ্গের নার্ভ মৃত বলিয়া অঙ্গগুলি অকর্মণ্য হইয়া থাকে।

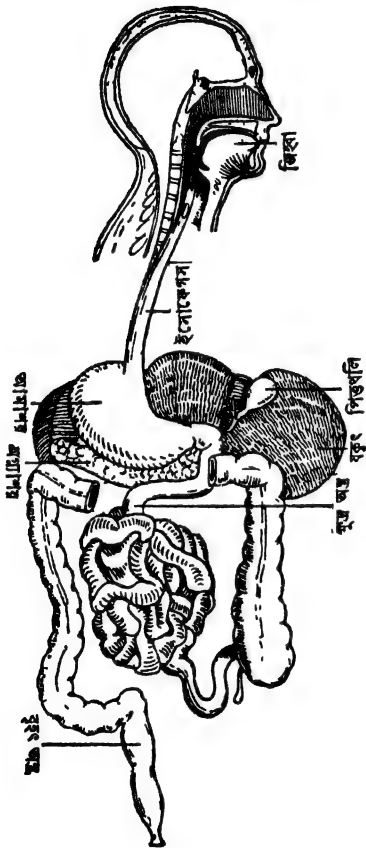
পাচন-তন্ত্র (Digestive System)

মুখ হইতে গুহদ্বার পর্যন্ত লম্বিত দীর্ঘ নালী পথকে পচন তন্ত্র ধরা হয়। ইহার বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন ক্রিয়া হইয়া থাকে।

(১) **মুখের মধ্যে ক্রিয়া**—খাদ্য-দ্রব্য মুখে পুবিয়া দন্ত, জিহ্বা ও লালাব সাহায্যে উত্তমরূপে চিবাইয়া শক্ত ও কঠিন খাদ্য-দ্রব্য নরম করিতে হয়।

মুখের এক এক দিকে তিনটি কবিতা দুই পার্শ্বে ৬টি **লালাগ্রন্থি** (Salivary-gland) আছে। খাদ্য-দ্রব্য চিবাইবার সময় এই সকল গ্রন্থি হইতে প্রচুর পবিমাণে **লালা** নিঃসৃত হয় এবং এই লালাই কঠিন খাদ্য-দ্রব্যকে নরম ও সবস কবিতা গিলিবার সুবিধা কবিতা দেয়। খাদ্য-দ্রব্য যত কঠিন হয়, প্রয়োজন অনুসারে লালার তত বেশী বাহিব হয়। খাদ্যদ্রব্য নরম ও তবল করাই লালার একমাত্র কার্য নয়। ইহার **টায়ালিন** (Ptyalin) নামক একটি পদার্থ আছে, তাহা খেতসার-জাতীয় খাদ্যকে পরিপাক করাইতে সাহায্য করে।

(২) পাকস্থলীর মধ্যে ক্রিয়া—খাদ্য-দ্রব্য গিলিবার পর উহা পাক-



८ नं० छिद्र—पाचन-उद्ग

স্থলীতে বাইয়া সঞ্চিত হয়, কিন্তু পূর্বেই খেতসাব-জাতীয় খাত্তের কিয়দংশ টায়ালিন্ ছাবা পবিপক হয়। খাত্ত-দ্রব্য পাকস্থলীতে পৌছিবা-মাত্রই পাকস্থলী হইতে একপ্রকার বস নিঃসৃত হইয়া তুস্ত বস্তব সঙ্গেমিশ্রিতহইতে থাকে। পেপ্‌সিন-হাই-ড্রোক্লোরিক্ অ্যাসিড্ (Pepsin-hydrochloric Acid) এই বসেব প্রধান উপাদান। এই বসেব নাম পাকস্থলী-রস। স্তরাং ইহা অল্পগুণবিশিষ্ট ও জীবাণু-নাশক এবং প্রোটিন জাতীয় পদার্থকে পবিপাক কবিতে পাবে। ইহাদেব জন্ত খাত্ত-বস্তব সঙ্গে কোন প্রকাব অনিষ্টকর জীবাণু শরীরে প্রবেশ কবিয়া রোগোৎপাদন কবিতে পাবে না।

পাকস্থলী-রসের মধ্যে যে

পেপসিন আছে, তাহা প্রোটিন-জাতীয় পদার্থকে হজম করিতে বিশেষ সাহায্য

করে। পেপের আর্টায় পেপ্‌সিন যথেষ্ট পরিমাণে থাকে। সেই জন্ত মাংস রাঁধিবাব সময় উহাতে পেপের আর্টা দিলে সহজেই উহা সিদ্ধ হয়।

পাকস্থলী-বসে আব একটি পদার্থ আছে। উহার নাম **রেনেট** বা **রেনিন** (Rennet বা Rennin)। ইহা দুধকে দধিতে পরিণত করে। দুধ আমাদের একটি অতি উৎকৃষ্ট খাদ্য বটে; কিন্তু উহা পাকস্থলীতে গিয়া বেনেটের সাহায্যে প্রথমত দধিতে পরিণত হয়, পবে হজম হয়। এইজন্তই দেখা যায় যে, দুধ খাওয়াইবাব অল্প পবে বমি করিলে শিশু দধিই বমি করে।

(৩) **ক্ষুদ্রান্ত্রের মধ্যে ক্রিয়া**—পাকস্থলীতে ভুক্ত দ্রব্যের অংশ মাত্র পরিপাক হয়। এইরূপে পাচিত ভুক্ত দ্রব্য তাহাব পব ক্ষুদ্রান্ত্রে নীত হয়। এইখানেই পরিপাক-ক্রিয়া প্রায় সম্পূর্ণ হয়। এই স্থানে যকৃত হইতে **পিত্তরস**, অগ্ন্যাশয় হইতে **ক্লোমরস** (Pancreatic Juice) এবং ক্ষুদ্রান্ত্র হইতে **ক্ষুদ্রান্ত্র-রস** নির্গত হইয়া ভুক্ত দ্রব্যের সঙ্গে সম্পূর্ণরূপে মিশ্রিত হয় এবং উহাকে সম্যকরূপে পরিপাক করিতে সাহায্য করে।

ক্লোম-বসের মধ্যে অগ্ন্যাশয় পদার্থের সহিত প্রধান তিন প্রকার বস আছে। উহাবা অগ্ন্যাশয় পাচক-বস হইতে অত্যধিক কার্যকরী। এই বস নিজেই শ্বেতসাব, স্নেহ ও প্রোটিন জাতীয় পদার্থকে সম্পূর্ণরূপে জীর্ণ করাইতে সক্ষম। স্নেহবাং পরিপাক-ক্রিয়াব জন্ত অগ্ন্যাশয়ের স্থান অতি উচ্চ। অগ্ন্যাশয়স্থ বস উপযুক্ত পরিমাণে নিঃসৃত না হওয়া অজীর্ণ বোগের একটি প্রধান কারণ।

অগ্ন্যাশয় হইতে **ইনসুলিন** (Insulin) নামক একপ্রকার অত্যাবশ্যকীয় অন্তঃস্রাব (Internal secretion) নির্গত হয়। আমরা যে সকল শ্বেতসাব-পদার্থ খাওব সঙ্গে খাই, উহা প্রথমত চিনিতে পরিণত হয়। ইনসুলিনই এই চিনিকে জল ও কার্বনডাই-অক্সাইড বাষ্পে পরিণত করিয়া জীবদেহে তাপ সৃষ্টি করে।

যকৃত (Liver) একটি অতি প্রয়োজনীয় গ্রন্থি। উহা শরীরের বহু কার্য সম্পাদন করিয়া থাকে। যকৃত হইতে **পিত্তরস** নিঃসৃত হইয়া পিত্তকোষে সঞ্চিত হয়। পিত্তকোষ হইতে উক্ত পিত্তরস ক্ষুদ্রান্ত্রে যাইয়া ভুক্ত দ্রব্যের সঙ্গে মিশিয়া

স্নেহ-জাতীয় পদার্থকে হজম করাইয়া দেয়। ক্ষুদ্রাঙ্গে খেতসার জীর্ণ হইলে উহা চিনিতে পরিণত হইয়া রক্তের সঙ্গে মিশ্রিত হয়। যকৃতঃ দেহস্থিত চিনির আধার। দেহেব প্রয়োজন অনুসারে সঞ্চিত চিনি দেহ কতৃক ব্যবহৃত হয়।

দেহস্থিত চিনিকে শরীররূপ বাষ্পীভবনোত্তেব কয়লা বলা যাইতে পাবে, কাবণ, কয়লা পুড়িয়া যেমন তাপে পরিণত হয়, চিনিও বাসায়নিক ক্রিয়াব ফলে দেহেব মধ্যে তাপ উৎপাদন কবে। আবার, কয়লা পুড়িলে যেমন জল ও কার্বনডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়, চিনিও দেহেব মধ্যে এই দুই পদার্থই উৎপন্ন কবে।

ভুক্ত দ্রব্যেব স্নেহ-জাতীয় পদার্থ যকৃত-নিঃসৃত পিত্তবসেব সহিত মিশ্রিত হইয়া অগ্ন্যাশয়স্থ বাসব সাহায্যে সাবান জাতীয় পদার্থে পরিণত হয় এবং দ্রবীভূত হইয়া বাক্তব সহিত মিশ্রিত হয় ও শরীরেব মেদ-স্তবে সঞ্চিত হয়।

মেদ-স্তব পেশী-স্তবেব উপবে বর্তমান থাকিয়া শরীরকে স্তগোল কবে ও শরীরেব সৌন্দর্য বুদ্ধি কবে। মেদ তাপেব স্থপরিবাহী নহে বলিয়া শরীরেব অভ্যন্তরে উৎপন্ন তাপকে বাহিরে হইতে দেখুনা, ইহাতে শরীর গরম থাকে। সর্বোপরি, দেহে শ্বेतসাৰ-জাতীয় পদার্থেব অভাব হইলে মেদ-ই জল ও কার্বনডাই-অক্সাইডে পরিণত হইয়া শরীরে তাপ এবং শক্তি (Energy) সঞ্চার কবে। শক্তি ও তাপ উৎপন্ন কবিত্তে শ্বेतসাৰ অপেক্ষা মেদ অনেক বেশী ক্ষমতা-শালী। মেদকে ঘনীভূত শক্তি (Condensed Energy) বলা হয়।

প্রোটিন-জাতীয় পদার্থেব কিছু অংশ পাকস্থলীর পেপ্সিন দ্বারা পরিপক হয়। কিন্তু অগ্ন্যাশয়স্থ বসেব পেপ্সিন নামক পদার্থ দ্বারাই প্রোটিন-জাতীয় পদার্থেব বাকি প্রায় সম্পূর্ণ অংশেব পরিপাক হয়। এই জীর্ণ পদার্থ দ্বারাই জীব-শরীরেব ক্ষয় পূরণ হইয়া থাকে ও নূতন জীব-কোষ তৈয়াবী হইয়া শরীরেব ত্রীৰক্তি সাধন কবে। সুতরাং আমবা খাদ্যদ্রব্যেব সহিত যে প্রোটিন-জাতীয় পদার্থ খাই, উহাই জীর্ণ হইয়া শরীরেব জীব-কোষ প্রস্তুত কবে।

খাদ্য হইতে দেহ গঠনেব উপযোগী উপাদানগুলি গ্রহণ করিবার পব অনেক

অপ্রয়োজনীয় জিনিস পড়িয়া থাকে। এই অপ্রয়োজনীয় পদার্থের কতক অংশ যকৃতের আসিয়া নির্দোষ হইয়া ইউরীয়া (Urea) এবং ইউরিক অ্যাসিডে (Uric Acid) পরিণত হয় এবং বৃক্কের (Kidney) মধ্য দিয়া মূত্রাকারে ও চর্মের মধ্য দিয়া ঘর্মাকারে শরীর হইতে বাহির হইয়া যায়। অপ্রয়োজনীয় অংশগুলিকে তাহাদের বিভিন্ন নির্গমন পথে পাঠানই বৃহদন্ত্রের প্রধান কাজ।

রক্তসংবহন তন্ত্র (Circulatory System)

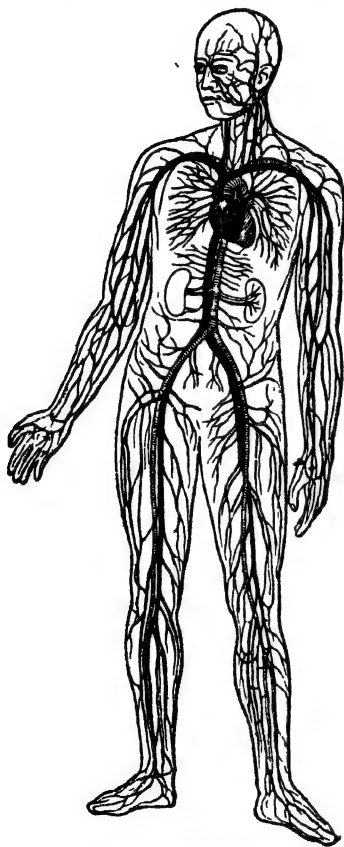
রক্ত আমাদের শরীরের প্রধানতম উপাদান। যতক্ষণ রক্তশ্রোত আমাদের দেহে প্রবাহিত, ততক্ষণ আমাদের দেহে জীবন—রক্তশ্রোত বন্ধ হইলেই আমরা মরিয়া যাই। হাত টিপিয়া আমরা যে নাড়ী দেখি তাহা দ্বাৰা আমরা বুঝিতে চাই আমাদের দেহে ঠিকমত রক্ত সঞ্চালিত হইতেছে কিনা। রক্ত আমাদের শরীরে শক্তির উৎস; আমাদের দেহ হইতে কোন কাৰণে অধিক রক্তশ্রাব হইলে আমরা অবসন্ন হইয়া পড়ি।

আমরা যে খাতা খাই তাহাব অপ্রয়োজনীয় অংশ বিষ্টাকপে ত্যাগ করি, বাকি অংশ দেহের বিভিন্ন উপাদান গঠন কাৰ্যে লাগিয়া যায়। সেই হিসাবে সমস্ত দেহের বিভিন্ন অংশে রক্ত প্রস্তুত হইতেছে, কিন্তু তাহাব সঠিত দূষিত পদার্থ থাকে। রক্ত সঞ্চালন ক্রিয়া দ্বাৰা ঐ দূষিত রক্ত বিশুদ্ধ হইয়া পুনৰায় আমাদের দেহের বিভিন্ন অংশে ছড়াইয়া পড়ে। এই সমস্ত প্রক্রিয়াটি রক্তসঞ্চালন প্রক্রিয়া।

সমস্ত রক্তসঞ্চালন প্রক্রিয়ার মূলে আমাদের হৃদয়। মানবের ধাবণাতীত কৌশলে এই হৃদয় এক শক্তি বলে তালে তালে সঙ্কুচিত ও প্রসারিত হইতেছে। ইহাব ফলে হৃদয়ের স্ফীতি এবং সংকোচনের ফলেই সমস্ত দেহের রক্তসঞ্চালন ক্রিয়া সাধিত হইতেছে।

বক্ষগহ্বরে দুইটি ফুসফুসের মধ্যে হৃদয় অবস্থিত। সমস্ত হৃদয়টি প্রত্যেক মাত্রকের স্ব স্ব মুষ্টির সমান—দেখিতে নোনা আতাব ছায়, ইহা দুইটি প্রকোষ্ঠে বিভক্ত। প্রকোষ্ঠ দুইটি আবার প্রত্যেকে দুই ভাগে বিভক্ত। উপরে একটি

ভাগ, নিচে একটি ভাগ। হৃদয়ের উপবিস্তৃত ক্ষুদ্রতর ভাগকে **অলিন্দ** (Auricle),

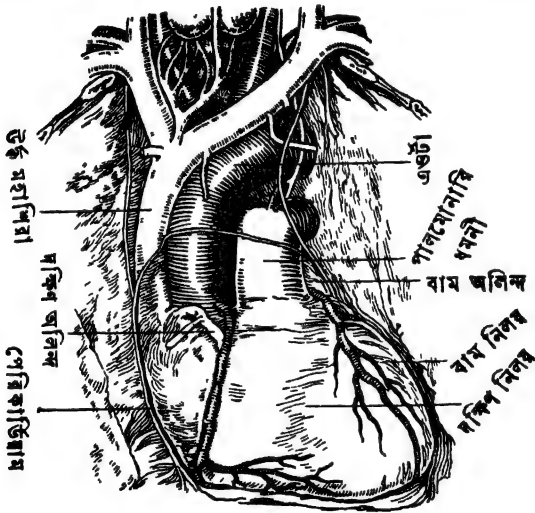


১০ নং চিত্র—রক্তসংবহন তন্ত্র

এবং নিম্নস্থ অপেক্ষাকৃত
বৃহত্তর ভাগকে **নিলয়**
(Ventricle) বলে। হৃদয়ের
প্রধান দুই ভাগের যেটি বাম
দিকে অবস্থিত সেইটিব
উপবিস্তৃত অলিন্দ অর্থাৎ
বাম অলিন্দটি হইতে
বহির্গত হইয়া একটি
শিবা আসিয়া ফুস্ফুসে বহু
কৈশিক নালি (Capillaries)
দ্বারা উঠাব সহিত যুক্ত
হইয়াছে। আবার দক্ষিণ
নিলয় হইতে একটি প্রধান
ধমনী আসিয়া একপ কৈশিক
নালী দ্বারা ফুস্ফুসেব সহিত
যুক্ত হইয়াছে। উহাদিগকে
যথাক্রমে ফুস্ফুসীয় (Pulmo-
nary) শিরা ও ধমনী বলে।
যে মাংসল প্রাচীর দ্বারা
অলিন্দ গঠিত তাহা নিলয়
বেষ্টনকারী প্রাচীর অপেক্ষা
পাতলা। সমস্ত হৃদয়টি
পেরিকার্ডিয়াম (Peric-

ardium) নামক আবরণে আবৃত, ইহা পরপর দুইটি পাতলা পর্দা দ্বারা নির্মিত।

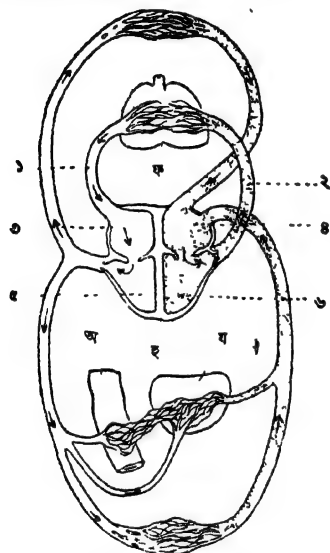
উর্ধ্ব মহাশিরা (Superior Venacava) এবং **নিম্ন মহাশিরা** (Inferior Venacava) নামক দুইটি প্রধান শিরা দক্ষিণ অলিন্দে হইতে বাহিব হইয়া একটি মাণায় এবং হাতে বা উর্ধ্বদেহের সর্বত্র ছড়াইয়া আছে এবং অপরটি নিম্নাঙ্গের সর্বত্র ছড়াইয়া আছে। তেমনই বাম নিলয় হইতে একটি প্রধান ধমনী বাহিব হইয়া পথে দুইভাগে বিভক্ত হইয়া একটি উর্ধ্বাঙ্গে এবং অপরটি নিম্নাঙ্গে ছড়াইয়া পড়িয়াছে। উক্ত প্রধান ধমনীটির নাম **এওর্টা** (Aorta)। হৃদয়টি এমন স্বকোশলে



১১নং চিত্র—হৃদয়

গঠিত যে দুইটি অংশের সরাসরি কোন সংযোগ নাই। দক্ষিণ অলিন্দে মহাশিরা দুইটি দ্বারা সমস্ত দেহের দূষিত রক্তস্রোত আসিয়া একটি কপাটিকা পাব হইয়া দক্ষিণ নিলয়ে পড়ে। এখানে আসিলে উক্ত কপাটিকা আপনা আপনি বন্ধ হইয়া যায় এবং সেখান হইতে আর একটি কপাটিকা পার হইয়া ফুসফুসীয় ধমনী (Pulmonary artery) নামক শিরা পথে রক্তস্রোত ফুসফুসে চালিত হয়।

এখানে কৈশিক নালী দ্বারা বায়ুর অল্পজ্ঞান রক্ত মধ্যে প্রবেশ করিয়া রক্ত সংশোধিত করে। অতঃপর বিশোধিত রক্ত ফুসফুসীয় শিবা (Pulmonary



১২নং চিত্র—বক্ত সঞ্চালন

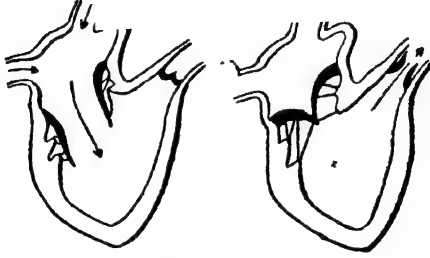
veins) দিয়া বাম অলিন্দে আসে, সেখান হইতে এণ্টা বাহিত হইয়া সাবা দেহে ছড়াইয়া পড়ে। ১২নং চিত্রে বক্ত সঞ্চালন প্রণালী দেখান হইল। ই হৃদয়, ইহাব চাবিটি কক্ষ ৩, ৪, ৫ ও ৬ যথাক্রমে বাম অলিন্দ, দক্ষিণ অলিন্দ, বাম নিলয় ও দক্ষিণ নিলয়। ১ ও ২ ফুসফুসীয় শিবা ও ধমনী, ৩ ফুসফুস, ৪ অগ্র ও ৫ য় যক্লং। উপর দিকের বড় কাল নালীটি উপর মহাশিবা ও বড়শালাটি এণ্টা এবং নিম্নদিকের কাল নালীটি নিম্ন মহাশিবা। মস্তকে, ফুসফুসে, হস্ত ও পদাদিতে ঐ বৃহৎ বৃহৎ শিবা ও ধমনীগুলি কৈশিক নালীতে

পরিবর্তিত হইয়া পরস্পর মিলিত হইয়াছে।

তাহা হইলে দেখা গেল দক্ষিণ হৃদযাংশে তিনটি কপাটিকা এবং বাম হৃদযাংশে দুইটি কপাটিকা বক্তের গতিপথ নিয়ন্ত্রিত করিতেছে। তিনটি কপাটিকার সমাবেশকে তিনপাল্লা কপাটিকা (Tricuspid Valve) এবং দুইটি কপাটিকার সমাবেশকে দুইপাল্লা কপাটিকা (Bicuspid Valve) বলা হয়। চিত্রে ইহাদের পৃথক পৃথক দেখ; তাঁরোব সাহায্যে বক্তের গতিপথও দেখান হইল।

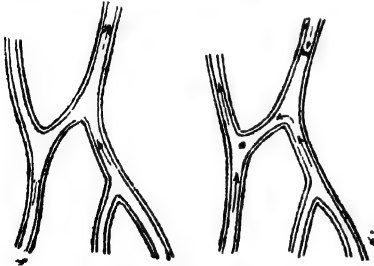
শরীরের প্রতি অংশেই শিবা ও ধমনী জালের মত ছড়াইয়া আছে। যে যে স্থান হইতে কৈশিক শিবা দ্বারা বক্ত হৃদয়ে আসে, হৃদয় হইতে ক্রমে কৈশিক

ধমনী দ্বারা বিস্তৃত রক্ত ঠিক সেই সেই স্থানে সঞ্চালিত হয়। ১৪ নং চিত্রে দেখ একটি শিরা বা একটি ধমনীর শাখা-প্রশাখা বাহির হইয়া কিরূপে রক্ত একপথ হইতে অন্যপথে চালিত হইতে পারে।



১৩নং চিত্র—কপাটিকা

আমাদের শরীরের কোন স্থান কাটিয়া গেলে রক্ত বাহির হয়। এই রক্ত শিরা বা ধমনীর হইতে পাবে। রক্ত শিরা কিম্বা ধমনী হইতে নির্গত চিনিবাব লক্ষণ—শিরা হইতে নির্গত রক্ত অবিষ্টক বলিয়া ইহাব বড় একটু কাল মত



১৪নং চিত্র—শিরা ও ধমনীর শাখা

কিন্তু ধমনীর রক্ত জ্বাফুলেব ত্রায লাল অথচ শিবাব রক্ত অপেক্ষা ফিকে। দ্বিতীয়ত শিবাব রক্ত অল্প অল্প চুয়াইয়া পড়ে বলিয়া মনে হয়, কিন্তু হৃদয় হইতে নির্গত হয় বলিয়া ধমনীর রক্ত ফিনিক দিয়া পড়ে।

অতএব কোন অংশেব শিরা বা

ধমনী কাটিয়া গেলে রক্ত নির্গমন বন্ধ করিবার জন্ত আমবা এইরূপ ব্যবস্থা কবিতে পারি; শিরা দিয়া রক্ত হৃদয়ে যায়—হৃদয় বন্ধে অবস্থিত—নিম্নাঙ্গেব শিরা কাটিয়া গেলে শিবাব যে স্থান কাটিয়া যায় তাহাব নিচেব দিক টিপিয়া ও

উদ্ভাসের উপর দিক টিপিয়া ধরিয়া বস্তু বন্ধ করা যায়, অপরন্তু ধমনী কাটিয়া গেলে উহাব বিপরীত ক্রিয়া কবিলে বস্তু নির্গমন বন্ধ হয়।

শ্বাসতন্ত্র (Respiratory System)

বায়ু হইতে অক্সিজেন লইয়া শরীরের বিভিন্ন অংশে প্রেরণ করা এবং শরীর হইতে কার্বনডাই-অক্সাইড ত্যাগ করাই শ্বাসযন্ত্রের প্রধান কাজ। পূর্বেই বলা হইয়াছে আমাদের নাসারন্ধ্র হইতে যে পথ শ্বাসনল (Trachœa) পর্যন্ত গিয়াছে তাহাবা মুখগহ্বরে গিয়া মিশিয়াছে। যদি নাক বন্ধ কবিয়া মুখ দিয়া বায়ু গ্রহণ কবা হয় বা দেহের কার্বনডাই-অক্সাইড ত্যাগ কবা যায় তবে তাহাতেও শ্বাসকায় চলিতে পাবে—তবে কিসের জন্ত নাসিকা পথের প্রয়োজন? একথাব উত্তর দিবার আগে শ্বাসনলি কোথা হইতে কোথায় গিয়াছে তাহা বলি শুন। নাসা পথ (Nares) হইতে আবস্তু কবিয়া আঁকা-বাঁক। পথ দিয়া এষ্ট নালী ক্যাবিংসে গিয়া পড়ে। এই ক্যাবিংসের কথা ত্রুণবা আগে শুনিয়াছ। সেখান হইতে আবও কিয়দূর গিয়া দুইভাগে বিভক্ত হয়। এক এক ভাগকে ব্রঙ্কাই (Bronchi) বলে। এই ব্রঙ্কাই এবং ক্যাবিংসএব মধ্যভাগকে শ্বসনালী (Larynx) বলা হয়। ব্রঙ্কাইগুলি বহু শাখা-প্রশাখায় বিভক্ত হইয়া অবশেষে ফুস্ফুস গিয়া পড়ে। অতএব নাসাপথ হইতে ফুস্ফুস পর্যন্ত সমস্ত পথটি শ্বাসযন্ত্র। এখন ইহার প্রত্যেক অংশের কথা ধরু যাউক।

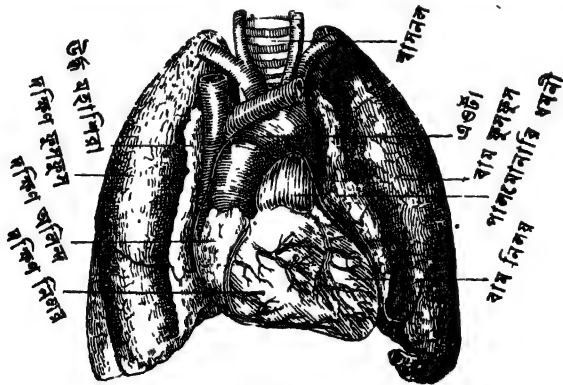
নাসাপথ (Nares)—ত্রিকোণাকার গহ্বর। ইহার সম্মুখের দুইটি দ্বাব নাসারন্ধ্র—একটি বন্ধ দিয়া অক্সিজেন গ্রহণ কবি অপরটি দিয়া কার্বনডাই-অক্সাইড ত্যাগ করি। এই নাসাপথ দিয়া আসিবার কালে বায়ু বাহিত ধূলিকণাদি এই পথের স্নায়ুস্নায়ু রাজিতে আটকাইয়া যায় এবং উষ্ণ হইয়া উঠে। উষ্ণ বায়ুই ফুস্ফুসের পক্ষে বিশেষ উপযোগী। কিন্তু মুখ দিয়া বায়ু গ্রহণ করিলে মুখগহ্বর হইতে শ্বাসনালীতে যাইতে বেশী সময় লব না, কাজেই গরম হইতে পায় না। আবার মুখগহ্বরে নাসাপথের ত্রায় বায়ুকে ছাঁকিয়া

লইবাব কোন ব্যবস্থা নাই। সেই হিসাবে মুখ দিয়া নিঃশ্বাস গ্রহণসেব কাজ চালান শরীরের পক্ষে অনিষ্টকর।*

ফ্যারিংগস (Pharynx)—ইহার কথা পূর্বে বলা হইয়াছে। ফ্যারিংগসের উপরাংশে আলজিভ লম্বমান আছে তাহাও বলা হইয়াছে। এইখানে শ্বাসনালী এবং অন্ননালী মুখগহ্বরবেব সহিত মিশিয়াছে।

স্বরযন্ত্র (Larynx)—তরুণাঙ্ঘি দ্বাবা গঠিত শ্বাসনালীব উপরাংশ ঠিক ফ্যারিংগসএব নিচে। অনেক রোগা লোকেব গলদেশে যেখানে একটি ছোট হাড় ঠেলিয়া উঠিয়াছে দেখিতে পাওয়া যায় সেই স্থানেই ইহার অবস্থান।

শ্বাসনালী—স্বরযন্ত্রেব পবে এবং ত্রক্কাই দুইটিব মধ্যবর্তী স্থান, ইহা দৈর্ঘ্যে প্রায় সাড়ে চারি ইঞ্চ এবং ইহাব পবিধি ২½ ইঞ্চ। পাঠা কাটা হইলে পাঠাব ফুস্ফুসের সহিত ইহার শ্বাসনালীর ক্রুরপ সংযোগ দেখিতে পাব। এই শ্বাসনালীতে ফুঁ দিলে ফুস্ফুস ফুলিয়া উঠে এবং হাওয়া বাহিব হইয়া গেলে ফুস্ফুস চূপসাইয়া যায়। শ্বাসনালীব দুইটি বাহু ত্রক্কাই। বায়ুব অক্সিজেন ত্রক্কাই দিয়া ফুস্ফুসে পৌছায়।



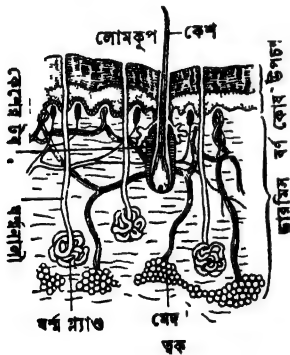
১৫ং চিত্র—ফুস্ফুস

ফুস্ফুস (Lungs)—স্পঞ্জের মত জালি জালি পদার্থ। ইহা দুইটি খলিতে

বিভক্ত। আমাদের বুকের মধ্যে হৃদয়—সেই হৃদয়কে ফুসফুসের দুইটি থলি ধেন ঘেরিয়া রাখিয়াছে। এই ফুসফুসে বহু কৈশিক রক্তবাহী নালী আসিয়া বিস্তৃত অক্সিজেন লইয়া কার্বনডাই-অক্সাইড ছাড়িয়া দেয়। শ্বাসনল ফুটবল ব্লাডারের নলের মত এবং ফুসফুস যেন ব্লাডার। শ্বাসনল দিয়া হাওয়া প্রবেশ করাইলে ফুসফুস ফুলিয়া উঠে এবং হাওয়া ছাড়িয়া দিলে চুপসাইয়া যায়।

চর্ম (Skin)

চর্ম—আমাদের স্পর্শেন্দ্রিয়—শীত, গ্রীষ্ম অন্তর্ভুক্তি দেয় এবং বাহিরেব অনিষ্ট হইতে শরীরকে রক্ষা করিয়া থাকে। চর্মে যে লোমকূপ আছে তন্দ্বেবা আমাদের দেহ হইতে দূষিত পদার্থ নির্গত কবিয়া থাকি। লোম কিংবা চুল এবং নখ চর্মের অতিবৃদ্ধি (Outgrowth)। এই চুল আমাদের দেহকে শীতাতপ হইতে কতক রক্ষা করে। মাতুষ জামা কাপড় পরিয়া কতকটা এই কার্য সাধন



১৬নং চিত্র

করে কিন্তু পশু তাহা পারে না বলিয়া ভগবান পশুর গায়ে অধিক লোম দিয়াছেন। চর্ম দুই ভাগে বিভক্ত—

বহির্চর্ম (Epidermis) এবং
অন্তর্চর্ম (Dermis)। বাহিরের চর্ম অতিশয় পাতলা কিন্তু ভিতরেব চর্ম অপেক্ষাকৃত পুরু। বাহিরেব চর্মে শিবা নাই ভিতরেব চর্মে শিবা আছে। তাই অল্প একটু কাটিয়া গেলে বা ছিঁড়িয়া গেলে উপরের চর্ম হইতে মাত্র শাদা বসের মত একপ্রকার পদার্থ

নির্গত হয় কিন্তু ভিতরেব চামড়া হইতে রক্তও নির্গত হয়।

এপিথিলিয়া কোষ (Epithelial cell) চামড়াকে আবৃত করিয়া আছে। বাহিরের দিকেব কোষগুলি লম্বা লম্বা এবং মৃতপ্রায়। যতই ভিতবেব দিকে যাওয়া যায় ততই কোষগুলি গোলাকার ও সজীব থাকে। বাহিরের দিকে যাহারা আসে তাহাবা মরিয়া যায়। এবং তাহাদের স্থান ক্রমে নিচেব কোষ অধিকার করে। ভিতবেব চর্ম হইতে বাহিরের চর্ম পর্যন্ত সৰু নালী থাকে। এই নালীকে **ধর্মকূপ** বলে। ইহাদের গোডায় sweat glands থাকে তাহাবা শরীরের দূষিত পদার্থ নালীতে পাঠাইয়া দেয়। বাহিরেব ঠাণ্ডা বাতাসে বাষ্পীভবন হওয়াব দ্রুপ ক্রমাগত ঘর্ম নির্গত হইতে থাকে। যে দীর্ঘ পথ দিয়া ঘর্ম নির্গত হয় তাহা **ঘর্মনালী** (Pores)। লোমেব গোডাব দিকে এক প্রকার পেশী থাকে। শীত পাইলে এই পেশী সঙ্কুচিত হয়। তাহাতে লোম খাড়া হইয়া উঠে এবং শীতাতপ রক্ষার সহায় হয়। লোমের গোডায় একটি অপেক্ষাকৃত বিস্তৃত গহববে এক প্রকাব চৰ্বি জাতীয় পদার্থ থাকিয়া চামড়া এবং চুলকে মসৃণ রাখে। গহবরটিকে **কেশটব** বলে।

সংক্ষেপ :- ককাল আমাদের দেহের কাঠাম প্রস্তুত কবিরাহে। প্রায় দুই শতাধিক হাড়ের সমাবেশে এই কাঠাম প্রস্তুত। সেকদণ্ডই দেহেব প্রধান অস্থি। যেখানে যে রকম হাড় প্রয়োজন সেখানে সেই রকম হাড় দিয়া আমাদের মাথাব খুলি, বুকের খাঁচাব মত কাঠাম এবং হাত পা প্রভৃতি প্রস্তুত। মাথার হাড়গুলি চেষ্টা পাতের মত, বুকের পাঁজরা চেষ্টা কাঠিব মত এবং হাত পাদের অস্থি লম্বা দণ্ডেব মত। নার্ভের নির্দেশ মত আমাদের শরীরেব অঙ্গ প্রত্যঙ্গ কাজ করে। ইহাদের সাহায্যেই আমাদের সকল বকম অসুভূতি মস্তিকে পৌঁছায়। মস্তিক যেন নার্ভের রাজা, মস্তিকের আজ্ঞা বহন কবাই যেন নার্ভের কাজ। মুখ হইতে গুরুত্বাব পর্যন্ত দীর্ঘ একটি নালী অন্ননালী নামে খ্যাত। ইহা ক্যারিংসে অন্ননালীব ও শ্বাসনালীব সংযোগ ঘটাইয়াছে, সেখানে অধিজিহ্বা একটি কণাটিকার কাজ করে। অর্থাৎ শ্বাসনালীতে বায়ু এবং অন্ননালীতে খাদ্য ব্রব্য চালাইয়া দেয়—ব্যতিক্রম ঘটিলে আমবা বিধম খাই। এই কারণে এক সঙ্গে ভোজন ও শ্বাস গ্রহণ হয় না। অন্ননালীর বিভিন্ন অংশে আমাশয, অগ্ন্যাশয়, যকৃত হইতাদি হইতে বিভিন্ন রস নিষ্কৃত হইয়া আমাদের খাদ্যকে পাচিত কবিবার সহায়তা করে। অপ্রয়োজনীয় অংশ বিভিন্ন নির্গম পথে বাহিব হইয়া যায়। নাসাপথ তালুতে ত্রিকোণাকার হইয়া মুখ গহববে আসিয়া পড়িরাছে। ক্যারিংস হইতে নির্গত হইয়া ইহার যে অংশ ত্রিকোণাকার তাহাকে

স্বরস্রব বলি। স্বরস্রবের পর খানিকটা নিচে নামিয়া আসিয়া দুই ভাগে বিভক্ত হইয়া কৈশিক নালীর দ্বারা ফুসফুসে ইহা যুক্ত হইয়াছে। ফুসফুসে বিগত বস্তু লইয়া বাতাস এবং সেখান হইতে দূষিত বায়ু বাহির করা ফুসফুস বা শ্বাস নালীর প্রধান কাজ। ত্বক্ আমাশিগকে শীতাতপ হইতে রক্ষা করে। লোমকূপ দিয়া ঘর্মরূপে দেহের দূষিত পদার্থ বাহির হইয়া যায়।

দ্বিতীয় প্রশ্নমালা

১। আমাদের দেহ-কঙ্কালে কোথায় কিরূপ হাড় আছে লিখ। (Describe different kinds of bones of our skeleton stating their location)

২। মাথাব এবং বুকের হাড়ের পার্থক্য কি বুঝাইয়া লিখ। (Write explaining the difference of bones found in skull and throat)

৩। নার্ভের কাজ কি সম্বিস্তার লিখ। (Write in detail the functions of Nerves)

৪। পবিপাক হওবার প্রয়োজন কি? (What is the utility of digestion)

৫। পচনতন্ত্রের বিভিন্ন অংশের কার্যকারিতা কি লিখ। (Write down the functions of different parts of alimentary Canal)

৬। আমাদের শ্বাসযন্ত্রের প্রধান কাজ কি এবং কিরূপে তাহা সাধিত হয় লিখ। (Write the chief function of the respiratory system.)

৭। মুখ দিয়া শ্বাস কার্য চালাইলে কি ক্ষতি হয়? (What is the harm if breathing is effected by mouth?)

৮। বস্তু সংবহন তন্ত্র বর্ণনা কর। (Describe the whole system of circulation of blood.)

৯। কেন হৃদয় হইতে রক্ত চলাচল করে এবং কিরূপে তাহা সাধিত হয় লিখ। (Why blood circulation is effected from the heart and how?)

১০। সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও :—অধিজিহ্বা, অগ্ন্যাশয়, বহির্চর্ম, কশেবক, শিরা, ধমনী, ক্যারিংস ও হিমোগ্লোবিন। (Write short notes on :—Epiglottis, pancreas, epidermis, vertebra, vein, artery, pharynx and Haemoglobin.)

তৃতীয় পরিচ্ছেদ

খাদ্য

খাদ্য—(ক) এঞ্জিনের কয়লাব মত ইহা আমাদের শরীরের দুইটি প্রধান কাজ কবিয়া থাকে। এঞ্জিনের কয়লাব সহিত আমাদের দেহ রূপ এঞ্জিনের কয়লাব তফাৎ এই যে, এঞ্জিনের কয়লা কেবলমাত্র তাহাদের কাজ কবে, এঞ্জিনের কোন অংশ গঠন কাজে সহায়তা কবে না কিন্তু খাদ্য আমাদের দেহের কয়লাব কাজ কবিলেও রূপান্তরিত হইয়া সময়ে দেহের অংশীভূত হয়।

(খ) আমাদের দেহের উত্তাপ বক্ষা কবে এবং জীর্ণ অংশ সবাইয়া দেয়। খাদ্যের কার্যকাবিতা হিসাবে ইহাদিগকে ছয় ভাগে ভাগ কবা যায় :—

- (১) শর্করা বা কার্বোহাইড্রেট জাতীয়, যথা—গুড়, চিনি ইত্যাদি।
- (২) স্নেহ বা চর্বি জাতীয়—যথা তেল, ঘি ইত্যাদি।
- (৩) প্রোটিন জাতীয়—আটা, গম, ছানা, মাংস, ডিম ইত্যাদি।
- (৪) জল।
- (৫) লবণ জাতীয় পদার্থ।
- (৬) ভাইটামিন।

প্রথমোক্ত দুই প্রকার খাদ্যে কার্বনডাই-অক্সাইড, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন থাকে যাহাদের বাসায়নিক ক্রিয়ায় উত্তাপ উৎপন্ন হয় এবং আমাদের শারীরিক পবিত্রমেব ফলে দেহ হইতে যে তাপ চলিয়া যায় তাহা পূরণ কবিয়া আমাদের শরীরে যে সাধারণ তাপ তাহা বক্ষা কবে।

তৃতীয় প্রকার খাদ্যে এ সমস্ত ভিন্ন আরও একটি মূল্যবান পদার্থ থাকে তাহা নাইট্রোজেন, নাইট্রোজেন আমাদের জীর্ণ পেশী গঠন কার্যে অত্যন্ত প্রয়োজনীয়। অবশ্য তাপবক্ষা বা গঠন কার্যে যে সমস্ত মূল পদার্থের প্রয়োজন বলিয়া উল্লিখিত হইল তাহা ঐ দ্রব্য গুলিতে মৌলিক অবস্থায় না থাকিতেও পাবে।

যাহাবা অধিক পৰিশ্রম করেন, তাহাদের শরীর সাময়িকভাবে তত অধিক ক্ষয় প্রাপ্ত হয়, কাজেই তাহাদের শরীরেব তাপবক্ষাও গঠন কার্যেব জ্ঞাত অধিক পৰিমাণে আহ্বার্যেব প্রয়োজন।

সাধারণত একটি বলিষ্ঠ দেহেব জ্ঞাত প্রায় ৩০০০ ক্যালরি উত্তাপেব প্রয়োজন, প্রায় আধ সেব মাখন হইতে ঐ উত্তাপ আমাদেব শরীরে উৎপন্ন হইতে পাবে, তাই বলিয়া আধসেব মাখন খাইয়া মানুষ সস্থ থাকিতে পাবে না। ইহাতে শরীরেব অজ্ঞাত উপাদান গুলিব অনটন ঘটে। তাপ বক্ষা কার্যে মাখন সর্বোৎকৃষ্ট খাদ্য। এক পোষা মাখন শরীরে যে পৰিমাণ উত্তাপ জন্মাইতে পাবে এক পোষা চিনি তাহাব অর্ধেক উত্তাপ জন্মাইতে পাবে। মনে বাধিও এক গ্রাম জলকে এক ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড্ উত্তপ্ত করিতে যে উত্তাপেব প্রয়োজন তাহাই এক ক্যালরি (Calori)।

আমাদের শরীরেব উপাদান বিশ্লেষণ করিলে দেখা যায় শরীরেব শতকবা ৬০ ভাগ জল, এবং বাকি অংশ অজ্ঞাত জাতীয় পদার্থ। পৰিশ্রম কবিলে আন্তর্পাতিক পৰিমাণে ঐ সকল পদার্থের হ্রাস হয়। ঐ হ্রাস পূরণ করিবার জ্ঞাত এবং দেহেব সাধারণ বৃদ্ধির জ্ঞাত খাদ্যেব মধ্যে উক্ত উপাদানগুলি যথোচিত পৰিমাণে থাকা চাই।

সাধারণ মানুষেব শরীরে তাপ বক্ষা করিতে হইলে দৈনিক যে উত্তাপ প্রয়োজন তজ্জ্ঞাত এবং শরীরেব গঠন কার্যেব জ্ঞাত ঐ চয় প্রকার খাদ্যই আন্তর্পাতিক হিসাবে ষাওয়া দরকার। মোটামুটি ১৪০ গ্রাম প্রোটিন জাতীয় ১০০ গ্রাম চর্বি জাতীয় ও ৫০০ গ্রাম শর্করা জাতীয় খাদ্য হইতে সাধারণ মানুষেব উক্ত উদ্দেশ্য সাধিত হইতে পাবে।

আবও একটু তলাইয়া দেখিলে বুঝা যায় শরীরেব উপাদান প্রধান যে কয়টি মূল পদার্থের সংযোগে উৎপন্ন তন্মধ্যে অক্সিজেন, হাইড্রোজেন, কার্বন, ফসফরাস ও নাইট্রোজেন প্রধান।

শর্করা ও চর্বি জাতীয় পদার্থে নাইট্রোজেন নাই, প্রোটিন জাতীয় খাদ্যে উহা প্রচুর পাওয়া যায়। শর্করা জাতীয় খাদ্যের প্রধান অংশ কার্বোহাইড্রেট বা কার্বন,

হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন ঘটিত যৌগিক। এই অক্সিজেনের সহিত অণু পদার্থের মিলনে তাপের উদ্ভব হয়। এ সকল ছাড়াও শরীরে অল্প পরিমাণে ক্যালসিয়াম, ফসফরাস, সোডিয়াম, পটাশিয়াম, আইডিন ও লৌহ প্রভৃতি পদার্থ বিद्यমান। অতএব আহাৰের মধ্য দিয়া যাহাতে এই সকল পদার্থ শরীরে প্রবেশ কবে তজ্জন্ত বকমারি খাওয়ার প্রয়োজন। শরীরেব জন্ত যে উপাদান প্রভূত পরিমাণে প্রয়োজন হয় তাহা আমবা ফল মূল তরকারী প্রভৃতি প্রত্যেক আহাৰের মধ্য দিয়া গ্রহণ কবি এবং পানীয় জল দিয়া জলীয় অংশ পূর্ণ কবি। তাই বলিয়া কেবলমাত্র অক্সিজেন, হাইড্রোজেন ও কার্বন ইত্যাদি খাইলেও জীব, বিশেষত মানুষ বাঁচিতে পাবে না। অল্পসন্ধানে জানা যায়, যে জিনিসেব অভাবে প্রয়োজনীয় আহাৰ গ্রহণ করা সত্ত্বেও মানুষ বাঁচিতে পারে না তাহা **ভাইটামিন (Vitamin)**। এই ভাইটামিন আবাব বহুবিধ, যথা—ভাইটামিন এ, ভাইটামিন বি, ইহাতে ভাইটামিন এচ, পর্যন্ত আছে। তাহাদের সকলগুলি দেহে আন্তর্পাতিক পরিমাণে না থাকিলেও আমাদের শরীর বেশী দিন টিকিবে না।

ভাইটামিন এ জাস্তব চবিও উদ্ভিদের সবুজ পাতায় প্রচুর পরিমাণে থাকে। ভাইটামিন এব অভাবে শরীরেব সম্যক পুষ্টি সাধন হয় না। তাই বিকেট শিশুদিগকে ভাইটামিন এ প্রচুর পরিমাণে দিতে হয়। দুধের মধ্যেও ভাইটামিন বেশী পাওয়া যায়। অবশ্য দুধের মধ্যে আমাদের শরীরেব যাবতীয় প্রয়োজনীয় উপাদানগুলি পাওয়া যায়, তাই শিশুকে কেবল মাত্র দুধ খাওয়াইয়া সকল রকমে তাহাব পুষ্টি সাধন কবা সম্ভবপব হয়। কিন্তু একজন পূর্ণ বয়স্ক মানুষকে দুধ খাওয়াইয়া তাহার প্রয়োজনীয় উপাদান গুলি সববরাহ করা অসম্ভব, তাই বিভিন্ন খাদ্যেব প্রয়োজন। তাহা ছাড়া খাদ্য একরূপ হইলে মানুষেব রুচি বিকৃত হওয়ার দরুণ খাদ্যের গুণ শরীরেব উপর কার্যকরী হয় না। বিভিন্ন রূপ রুচিকব খাদ্য পাইলে মানুষের তৃপ্তি হয় এবং খাদ্যের গুণ শরীরের উপর অধিক কার্য করে। তাই খাদ্য যাহাতে তৃপ্তিকব হয় তাহাব দিকে লক্ষ্য রাখা বিশেষ প্রয়োজন।

গাছের বীজও ইষ্ট (Yeast) নামক, পদার্থে ভাইটামিন বি থাকে, ইষ্ট প্রধানত চাউলের উপর লালভ পর্দাব সহিত থাকে, তাই মাজা চক্কে চাউল অপেক্ষা আমাজা খসুথসে চাউল এবং সরু চাউল অপেক্ষা মোটা চাউল স্বাস্থ্যের পক্ষে উপকারী, অঙ্কুরিত কলাই এবং মধ্যে ভাইটামিন বি যথেষ্ট থাকে। ভাইটামিন বি এর অভাব ঘটিলে বেবি বেরি হয়, আবার তাড়ির গাদ বা জিলাপি ইত্যাদি মিষ্টান্নের খামির মধ্যেও ইহাকে পাওয়া যায়। ডিম এবং টাটকা মাংসেও ভাইটামিন বি বর্তমান। সকল ফলে বিশেষত কমলালেবুর রসে ভাইটামিন সি পাওয়া যায়। এইজন্ত চিকিৎসকগণ শিশুদিগকে কমলালেবুর বস দিবার ব্যবস্থা করিয়া থাকেন। দুধে অল্প পবিমাণ ভাইটামিন সি থাকে; ভাইটামিন সি স্কাভি বোগের উত্তম প্রতিষেধক।

মাছ, মাংস প্রভৃতি খাণ্ডে নাইট্রোজেন এবং ভাইটামিন বহুল পবিমাণে পাওয়া যায়। তন্মধ্যে টাইমাছ, ইলিশ মাছ ইত্যাদি উল্লেখ যোগ্য। কিন্তু তাই বলিয়া আমাদের দুধ ও ডাল অবহেলায় যোগ্য নয়। অবশ্য দুধের কথা বলা বাহুল্য। মাংসের যে গুণ আছে, ডালে তাহার কোন অংশে কম উপকারী উপাদান নাই। ডালের মধ্যে মুগ, মসুর ও মটর বিশেষরূপে উল্লেখ যোগ্য। তাই আমাদের খাদ্যে ডালের ভাগ যত্নে বৈধি থাকে তাহার বিষয়ে লক্ষ্য রাখা উচিত।

আমরা মধ্যে মধ্যে খিচুড়ি খাইয়া থাকি। ইহা যেমন মুখবোচক তেমনই দেহের পক্ষে পুষ্টিকর। তাই মাঝে মাঝে নিয়মিতভাবে আমাদের আহারের মধ্যে খিচুড়ির ব্যবস্থা করা মন্দ নয়।

উত্তাপে কয়েক প্রকারের ভাইটামিন নষ্ট হয় তন্মধ্যে সি প্রধান, কিন্তু ভাইটামিন সি বহুল পবিমাণে থাকে ফলের মধ্যে, বাহাদিগকে কাঁচা খাইতে হয়। অপরন্তু উত্তাপে ভাইটামিন বির কোন অনিষ্ট হয় না।

টাটকা কল বা সম্ভীতে যে ভাইটামিন পাওয়া যায় তাহা অতীব স্বাস্থ্যকর। এই সমস্ত দ্রব্য পাক করিয়া খাওয়া অপেক্ষা যদি টাটকা কাঁচা খাওয়া যাইত

তবে যে ভাইটামিন পাওয়া যাইত তাহা অধিকতর শরীরের পক্ষে পুষ্টিকর হইত। তাই আজকাল কাঁচা টোম্যাটো ইত্যাদি খাওয়ার একটা প্রচলন দেখা যাইতেছে। অবশ্য এই একই কাবণে জ্বাল দেওয়া দুধ অপেক্ষা কাঁচা দুধ শরীরের পক্ষে বিশেষ উপকারী। ডিমের মধ্যে ভাইটামিন এবং ফস্ফাস ছাড়াও অন্যান্য যে প্রয়োজনীয় উপাদান পাওয়া যায় তাহা সম ওজনবৎ অন্য কোন খাত হইতে পাওয়া যায় না। যোবলা মাছ, বাটা মাছ এবং প্রায় সকল মাছের মস্তিষ্কে ও কাঁচকলায় ফস্ফাস পাওয়া যায়। সন্দেশ মূল্যবান খাত হইলেও শরীরের পক্ষে সাধারণ খাত অপেক্ষা বহু গুণ পুষ্টিকর।

আবার যে সকল জীবের দেহ হইতে আমাদের খাত পাওয়া যায় তাহাদের জীবন ধারণের প্রণালীর উপর আমাদের খাতের উপকারিতা নির্ভর করে। তাই যে গরু বন্ধ অন্ধকার গোয়ালে থাকে তাহার দুধ অপেক্ষা ছাড়া গরুর দুধ আমাদের বেশী উপকারী।

অনেকের ধারণা তবকারীতে কেবল মাত্র জল এবং কয়েকটি লবণ ছাড়া— আমাদের শরীরের উপকারী উপাদান কিছুই নাই, ইহা নিতান্ত ভ্রান্ত ধারণা। জল এবং লবণ তো ইহাতে যথেষ্ট থাকেই, তাহা ছাড়া আহাবে রুচি আনিবার ইহাও প্রধানতম উপাদান এবং ইহাদের মধ্যেও তবকারীর উপাদান হিসাবে ভাইটামিন ইত্যাদি পাওয়া যায়।

জল এবং লবণ দেহের পক্ষে এতদূর উপকারী যে পূৰ্ণোক্ত খাত না। পাটলেও মাহুষের পক্ষে কিছুদিন বাঁচা সম্ভব হইতে পারে কিন্তু জল না হইলে দু-একদিন বাঁচা চলে না এবং লবণ না হইলে শরীরের কার্য চলা অসম্ভব। লবণ বন্ধকে শরীর মধ্যে নিষমিত ভাবে প্রবাহমান রাখিতে পারে। কলেবা বোগের সময় তোমরা হয়ত লক্ষ্য করিয়াছ অধিক ভেদ এবং বমনের জন্ত দেহের বন্ধ চলাচল বন্ধ হইয়া আসিলে লবণ জল দেহ মধ্যে প্রবেশ কবান হয়।

পূর্বে বলা হইয়াছে শরীর যন্ত্রের বিভিন্ন অংশ হইতে বিভিন্ন বস নির্গত হইয়া বিভিন্ন প্রকার ভুক্ত দ্রব্যকে জীর্ণ করিয়া কিয়দংশ শরীর গঠন কার্যে লাগাইয়া দেয়,

খাওয়ার বাকি অপ্রয়োজনীয় অংশ মলরূপে আমাদের শরীর হইতে নির্গত হইয়া যায়। অতএব আমাদের আহাৰ্য্যেব মধ্যে এমন পদার্থ থাকা চাই যাহাৰা ঐ সকল বস অধিক পরিমাণে নির্গত করিবার পক্ষে সহায়তা করিতে পারে।

সংক্ষেপ :-পরিশ্রম ও অস্বাস্থ্য কারণে শরীরেব ক্ষয়পূরণ ও শরীর বৃদ্ধির জন্য খাওয়ার প্রয়োজন—ইহা আমাদের দেহের উত্তাপ যোগায়। অতএব আমাদের শরীরে যে যে উপাদান বে যে পরিমাণে থাকে, খাওয়ার মধ্যে সেই সেই উপাদান সেই সেই পরিমাণে থাকা আবশ্যক। সেই হিসাবে খাদ্য ছয় প্রকাৰ—কার্বোহাইড্রেট জাতীয়, প্রোটিন জাতীয়, জল, লবণ জাতীয় ও ভাইটামিন, অথবা উহাদের প্রায় সকলগুলিই আবার বহু প্রকাৰেব হইতে পারে। দুধ, মাছ, মাংস, ডিম, আনাজ ও তবিতরকারী, শাকশস্ত্রী, ফলমূল প্রভৃতি বিভিন্ন প্রকাৰ খাদ্য হইতে বিভিন্ন উপাদান পাই। সেইজন্য আমাদের খাদ্য কেবল মাত্র এক বস্তু হইলে চলে না বিভিন্ন প্রকাৰেব হওয়া চাই। অবশ্য কোন কোন খাদ্য উপাদানগুলির অধিকাংশই বিদ্যমান থাকে, যেমন দুধ, তাই বলিয়া কেহ কেবলমাত্র দুধ খাইয়া থাকিতে পারে না, কচির জন্য খাদ্য বস্তুবি হওয়া দরকার।

তৃতীয় প্রশ্নমালা

১। আমাদের খাদ্যে প্রয়োজন কেন? খাদ্যের প্রধান প্রধান উপাদান কি? (Why do we need food? What are the important ingredients of food?)

[কঃ বিঃ ১২৪০]

২। ভাইটামিন কয় প্রকার ও শরীরের পক্ষে তাহাদের উপকারিতা কি লিখ। (Write how many kinds of Vitamin there are and what their actions are on our bodies.)

৩। নিম্নলিখিত ত্রয়ো শরীরের উপকারী কি কি উপাদান পাওয়া যায়—কমলালেবু, ডিম, মাংস, টোম্যাটো, মাছের মুড়া, সন্দেশ, কাঁচকলা ও দুধ? (What ingredients useful for our bodies are there in the following —Oranges, eggs, meat, tomato, head of a fish, Sandesh, green banana and milk?)

পরিভাষা

পদার্থ-বিজ্ঞান—Physics

অন্তরক—Insulator	১৪২	গাঢ়নীল—Indigo	১২৯
অপবিবাহী—Non-conductor	১৪৯	চাপ—Pressure	১৪, ২৮
অভিলম্ব—Normal	১১৩	চালকপাথর—Lodestone	১৩৫
অন্তোদ্ধাতা—Impenetrability	২	চুম্বক—Magnet	১০৫
অস্বচ্ছ—Opaque	১০৪	ঐ স্বভাবজ—Natural magnet	১৩৫
আপতন কোণ—Angle of incidence	১১৩	চুম্বকীকরণ—Magnetisation	১৪০
আপতিত বর্ণি—Incident ray	১১৩	চুম্বকশক্তির আবেশ—Magnetic induction	১৩৮
আণেজিক গুরুত্ব—Specific gravity	৪১	চিপা—Cork	
আলোক—Light	১০৫	জড়তা—Inertia	২
আম্পিয়াব—Ampere	১৫২	টুনি—Bulb	১৫০
ঈশ্বর—Ether	৬৭	টেলিগ্রাফ—Telegraph	১৫৫
উপচ্ছায়া—Penumbra	১৫০	তড়িৎ—Electricity	১৪৫
উর্ধ্বচাপাবশেষ—Resultant upward thrust	৪০	তড়িৎকোষ—Electric cell	১৪৫
উষ্ণতা—Temperature	৫৭	তড়িৎ ঘণ্টা—Electric bell	১৪৫
ওজন—Weight	২	তড়িৎ প্রবাহ—Electric current	১৫১
বপাটিকা—Valve	৩৬	তড়িৎ চুম্বক বা বৈদ্যুতিক চুম্বক—Electromagnet	১১৪
কাল—Period	৯৭	তাপ—Heat	৫২
কলাই—Electro-plating	১৫১	ত্রেপলা কাচ—Prism	১২৮
কঁচা লোহা—Soft iron	১৪০	থার্ম মিটার—Thermometer	৫৮
গতিশক্তি—Kinetic energy	১২৯	দিগ্‌দর্শন যন্ত্র—Compass	১৪১
গবিষ্ঠ থার্ম মিটার—Maximum thermometer	৬৩	দোলক—Pendulum	৯৬
		দোলক পিণ্ড—Bob	৯৭

নিষ্ক্রিয়তা—Inertia	২	ব্যারোমিটার—Barometer	১৯
নিশাদল—Sal ammoniac	১৫৭	ভূ-চুম্বক—Earth as a magnet	১৪১
পদার্থ—Matter	১	ভূ-সমান্তরাল বা অনুভূম—Horizontal	২৬
পাতন বিন্দু—Point of incidence	১১৩	মরীচিকা—Mirage	১২৬
পাম্প—Pump	৩৬	মহাকর্ষ—Gravitation	৩
পরিচলন—Convection	৬৫	মাধ্যম—Medium	১১৮
পরিবহন—Conduction	৬৪	ঐ সমন্বত—Homogeneous medium	১১
পেরিস্কোপ—Periscope	১১১	মক—Pole	১৩৬
প্রচ্ছায়া—Umbra	১০৫	বগ্নন—Rontzen	১০৫
প্রতিফলন—Reflection	১১৩	রামধনু—Rainbow	১৩২
প্রতিবিম্ব—Image	১০৫	বোধ—Resistance	৩
প্রতিফলন কোণ—Angle of reflection	১১৩	লঘিষ্ট থার্মিটার—Minimum thermometer	৬৩
প্রতিফলিত বর্ণ—Reflected ray	১১৩	ল্যাক্টোমিটার—Lactometer	৪৮
পূর্ণ প্রতিফলন—Total reflection	১২৪	শক্তি—Energy	১০১
প্রতিবিত্ত দোলক—Compensated pendulum	৯৯	শারীর থার্মিটার—Clinical thermometer	৬৩
প্রতিসরণ—Refraction	১২০	দ্রুত কোণ—Critical angle	১২৪
প্রতিসবিত কোণ—Angle of refraction	১২০	দৃষ্টিভ্রতা—Po. osity	৩
প্রাবিতা—Buoyancy	৪৩	সাইফন—Syphon	৬৮
বর্ণালি—Spectrum	১২৯	স্বচ্ছ—Transparent	১৫৪
বিকিরণ—Radiation	৬৭	সংগতি—Cohesion	৩
বিভাজ্যতা—Divisibility	২	স্থিতিস্থাপকতা—Elasticity	৩
বিস্তার—Amplitude	৯৭	স্ফুটনাঙ্ক—Boiling point	৬০
বিস্তৃতি—Extension	২	স্থৈতিক শক্তি—Potential energy	১০২
বৈদ্যুতিক চুম্বক—Electro magnet	১৪০	হাইড্রোমিটার—Hydrometer	৪৮
		হিয়ার—Freezing point	৬১

রসায়ন-বিজ্ঞান—Chemistry

অক্সাইড—Oxide	৩৪	স্রাবক—Solvent	৫
অক্সিজেন—Oxygen	২৮, ৩২	স্রাব্যতা—Solubility	৬
অক্স বা কার্বন—Carbon	১৮, ১৯	নদীৰ জল—River water	৪৪
অণু—Molecule	২২	নাইট্রোজেন—Nitrogen	১৯, ২৪, ৩৪
অস্থায়ী কঠর জল—Temporary hard water		পটাশিয়াম ক্লোরেট—Potassium chlorate	৩২
অণ্ডস কাচ—Magnifying lens	১	পরীক্ষা নল—Test tube	১
আমোনিয়াম নাইট্রাইট—Ammonium nitrite		পৰমাণু—Atom	১৮
অশ্রাবণ—Decantation	৭	পাতন—Distillation	৯
উপকরণ, উপাদান—Ingredients	৪২	পাতিত জল—Distilled water	১০
উর্ধ্বপাতন—Sublimation	৩, ৪	পৃথ্বীকণ্ডল—Earth's crust	৩২
কঠর জল—Hard water	৪৬	প্রজ্বলন—Burning	১৮
বাফের গানলা—Pneumatic trough	৩৭	প্রশ্রবন—Fountain	৪৪
কার্বন ডাইঅক্সাইড—Carbon dioxide	৭, ৩৪	ফটকিবি—Alum	১১
ক্ল্যাম্প—Clamp	৩৩	ফস্ফরাস—Phosphorous	২৯
খনিজ জল—Mineral water	৪৫	ফিল্টার—Filter	৯
খুঁটি—Stand	৩৩	বাতায়িত জল—Aerated water	৪৪, ৪৫
গ্যাস জার—Gas jar	৩৩, ৩৭	বি-হাইভ সেল্ফ—Beehive shelf	৩৩
চালনি দিয়া ছাঁকা—Shelving	২	বৃষ্টিৰ জল—Rain water	৪৩
তুঁতে—Copper sulphate	১১	বেলজাব—Bell-jar	১৯
থিতান—Decanting	৭	মরিচা ধবা—Rusting	১৭
দহন—Burning	২০	মিছবি—Sugar candy	১১
দীর্ঘনাল ফানেল—Thistle funnel	৩৫	মিশ্র—Mixture	১
দ্রবণ—Solution	৩, ৪	মৃদু জল—Soft water	৪৭
দ্রাব—Solute	৫	ম্যাগনেসিয়াম—Magnesium	১৮
		ম্যাগনেসিয়াম বাই কার্বনেট—Magnesium bi-carbonate	৪৭

	৷/০	৫
নীহারিকা—Nebula		১৫
নেপচুন—Neptune	৩৮, ৪০	৩৮
নৈসর্গিক নিরক্ষ—Celestial equator		৪১
পারস্য—Persus	১০	১৫
পূর্ববাহু—Pollux	১৫, ১৭	১৫, ১৮
পুলস্তা—	৮	৫০
পুলহ—	৮	১৫, ১৭
পুত্রা—	১৫	৩৮, ৩৯
পূর্বাষাঢ়া—	১৫	
পূর্বফাল্গুনী—	১৫	৮
পূর্বভাত্র পদ—Markab	১০, ১৫	৪৭
পৃথিবী—Earth	১৫	১৯
পেগাসাস—Pegasus	৩৮	১২, ১৭
প্রক্সিমা সেন্টাবি—Proximo centauri	৩	১৫
প্রজাগতি—Auriga	১৯	১৫
		১৫
প্রজা—Constellation of little dog	৭	৪৫
প্লুটো—Pluto	৩৮, ৪০	১২, ১৮
কোমালহট্—Fomalhaut	১৮	১২
বর্ণরঙল—Chromosphere	৩৩	২৭
বশিষ্ঠ—	৮	১৫
বানবাজা—Rigel	১০	১৫, ১৯
বিটা সেন্টাবি—Beta centauri	১৮	২৭
বিশাখা—	১৫	
বুটিন—Bootes	১৬, ১৮	৯
বুধ—Mercury	৩৮	১১
বৃশ্চিক রাশি—Scorpion	১৩, ১৫, ১৬, ১৮	১৬, ১৮
বৃষরাশি—Taurus		
বৃহস্পতি—Jupiter		
বোড—Bode		
ব্রহ্মা হৃদয়—Capella		
ভরণী—		
মকর—Capricornus		
মকরক্রান্তি—Tropic of capricorn		
মঘা—Regulus		
মঙ্গল—Mars		
মরীচি—		
মল বৎসব—Leap year		
মাইবা—Myra		
মিথুন—Gemini		
মীন—Pisces		
মূলী—		
মৃগশিরা—		
মেকাদশে গোখুশি—Twilight in poles		
মেঘবাণ—Aries		
রাশি—Zodiac		
রাশি (জাতকের)		
রেষতী—		
রৌহিণী—Hyades		
লঘু		
লঘু সপ্তর্ষি—Constellation of little bear		
লঘু সিংহ—Leo minor		
লাইরা—Lyra		

শুক্লক—Sirius	১১	সূর্য—Sun	২১
লৌকিক বৎসর—Civil year	৭	সূর্য গ্রহণ—Solar eclipse	৬৯
শতভিবা	৫	ঐ অংশগ্রাস—(Partial)	৭০
শনি—Saturn	৩৮, ৩৯	ঐ পূর্ণ-গ্রাস—(Total)	৭০
শিশুমার—Ursa minor	৯, ১০	ঐ বলয় গ্রাস—(Annular)	৭০
শুক্র—Venus	৩৮	সেন্টবাস—Centarus	৮
শা—Constellation of dog		সৌর কলঙ্ক—Sun-spot	৬
or canis major	৭, ৮	সৌর জগৎ—Solar system	৫
অবর্ণা—Altair	৫, ৮	সৌর দিন—Solar day	৪৭
সপ্তর্ষি মণ্ডল—Constellation of		সৌর প্রাক্লেপ—Corona	৩৪
great bear	৭, ৮, ১৬	সৌর বৎসর—Solar year	১৫, ১৮
সমক দিন—Mean solar day	৭	স্বাতী—Arctaurus	১৮
সরমা—Procyon	১১	হস্তা—Corvus	১৫
সংক্রান্তি—	৪৮	হাইড্রা—Hydra	১৭
সাত ভাই—Pleiades		হাবকিউলিস—Hercules	১৬, ১৮
সিটাস—Setus	৯	হিমমণ্ডল—Frized zones	৫৫
সিংহ—Leo	১৫, ১৬	হ্যাডলীর অকট্যান্ট—Hadley's octant	৮

ভূবিজ্ঞান—Geology

অভ্র—Mica	৮	কোক—Coke	৩২
অ্যানথ্রাসাইট—Anthrasite	৩২	কোয়ার্জ—Quartz	৮
আগ্নেয়—Igneus	৬	খনিজ তৈল—Mineral oil	৩৫
আগ্নেয়গিরি—Volcano	২০	গুরুমণ্ডল—Barysphere	১৩
আবাসিক মাটি—Residual soil	২৬	গ্রহকণিকাবাদ—Planetesimal	
উপকেন্দ্র—Epicentre	২০	hypothesis	২
এঁটেল বা কাঁদামাটি—Clay soil	২৭	গ্র্যানাইট—Granite	৭
কেন্দ্রমণ্ডল—Centrosphere	১৩	চালিত মাটি—Transported soil	২৬

	।०	।.
চুনা মাটি—Calcarious soil	২৮	১৮
জিন্দ—Zeans	২	৯
জৈবশিলা—Organically derived rock	৯	২৭
জোয়ারী মতবাদ—Tidal theory	২	১০
জালামুখ—Crater	২১	১৬
টাক—Tuff	৭	১৯
দো-আংশ মাটি—Loamy soil	২৭	২২
নব—Illed	১৭	১৮
নাভী—Focus	২০	১৮
নীহারিকাবাদ—Nebular hypothesis	২	২৫
পরিবর্তিত—Metamorphic	৬, ৯	৮
পলল—Sedimentary	৬, ৮	১৩
পিটমাটি—Peat soil	২৮	৩২
প্লুটনিক—Plutanic	৭	২২
প্রকম্পন কটিবন্ধ—Scismic belt	২০	১৭
ফেলস্পার—Felspar	৭	৮
বরফ নামা—Avalanche		
বেলে পাথর—Sandstone		
বেলে মাটি—Sandy soil		
বাসাল্ট—Basault		
ভলক্যানিক—Volcanic		
ভাঁজ—Fold		
ভূকম্পন লেখন যন্ত্র—Scismograph		
ভূ বীথ প্রকোষ্ঠ—Magma chamber		
ভূমিকম্প—Earthquake		
ভূমিপাত বা ধস—Landslide		
মাটি—Soil		
শিল—Sill		
শিলামণ্ডল—Lithosphere		
ষ্টীম কয়লা—Steam coal		
সক্রিয়—Active		
স্থপ্ত—Dormant		
স্তরচূড়তি—Fault		
ডাইক—Dyke		

উদ্ভিদ-বিজ্ঞান—Botany

অঙ্কুরোদগম—Germination	৫	অবৌজজ—Cryptogam	২
অজার আকর্ষণ—Carbon assi- milation	৩২	অবসাল ফল—Dry fruit	৪৪
অণুকলক—Leaflet	২৯	অকোটিক—Indehiscent	৪৪
অজঃসার (বীজ)—Ex-albuminous	৮, ৪৯	আহাবনিক মূল—Adventitious root	১১৬
অন্তঃস্থ মুকুল—Terminal bud	১০	আকর্ষ—Tendril	১৭, ৩৩, ৫৯
অপূর্ণাঙ্গ (মূল)—Irregular	৪০	আপেল জাতীয়—Pome	৪৪, ৪৬
		আবর্ত—Whirl	৫৭

আবৃত কন্ড—Tunicated bulb	২৪	জঙ্গম—Shrub	২২
আবৃত বীজ—Angiosperm	২	কম্পাকৃতি—Campamulate	৪২
আরোহী মূল—Climbing root	১৭	চক্রপত্র—Round leaf	২৮
উপকন্ড—Pseudo bulb	২৪	চক্রাকৃতি—Rotate	৪২
উপপত্র—Stipule	৫০	ছাতা (ব্যাক্টের)—Fungus	৩
উভলিঙ্গ—Hermaphrodite	৪০	ছোলা—Gram	৬
উভলিঙ্গ পুষ্পক—Monoecious	৪০	জাইলেম—Xylem	২৫
একলিঙ্গ—Unisexual	৪০	জালশিরা—Reticulate venation	৩০
একলিঙ্গ পুষ্পক—Dioecious	৪০	ঠেশমূল—Stilt root	১৭
একবীজপত্রী—Monocotyledonous	২, ৪০	ডিম্ব কোষ—Ovule	৩০
ওষবি—Herb	২২	ডিম্বক নাভী—Hilum	৭
ড্বিবিভক্ত—Bilabiate	৪২	ডিম্বাকৃতি—Ovate	২৭
কন্ড—Bulb	২৩	তীক্ষ্ণ—Acute	২৮
কন্দাল—Tuberous	২০	দ্বিবীজপত্রী—Dicotyledonous	২, ৪০
কবচন শিরা—Palmate venation	৩০	দীর্ঘলীর্ঘ—Accuminate	২৮
কলস উদ্ভিদ—Pitcher plant	৩৬	ধরমা—Standard	৪১, ৬০
কাণ্ড—Stem	৯, ২১	ধান—Paddy	৫৩
ক্রুশাকৃতি—Cruciform	৪১	নগ্নকন্ড—Scally	২৪
খোল বা নোকা—Keel	৪১, ৬০	নগ্নবীজ—Gymnosperm	২
খোসা—Epicarp	৪৫	নলাকৃতি—Tubular	৪২
গর্ভকেশব—Carpel	৩৭, ৩৯	পক্ষ—Wing	৪১, ৬০
গর্ভকোষ—Ovary	৩৯	পত্রমূল—Leaf root	১৮
গর্ভাধান—Fertilisation	৪২	পর্ব—Antinode বা internode	১০
গর্ভদণ্ড—Style	৩৯	পৰভোজী—Parasite	১৯
গর্ভমুণ্ড—Stigma	৩৯	ঐ আংশিক—Partial	১৯
গাভরা কৃতি—Conical	২০	ঐ সম্যক—Total	১৯
গুচ্ছকল—Aggregate fruit	৪৬	পরাগ বা রেণু—Pollen	৩৯
গুচ্ছমূল—Fibrous root	৮, ১৫	পরাগকোষ—Anther	৩৯

পরাশদণ্ড—Filament	৫৭	বৃন্ত—Petiole	২৬
পরাগ সংযোগ—Pollination	৪২	বেগুন জাতীয়—Berry	৪৪
পাপড়ি—Petal	৩৮	বৃন্তমূল—Base	২৬
পার্শ্ব মূল—Axillary bud	১০	ভাসমান মূল—Floating root	১৮
পুষ্পাধার—Thalamus	৪১	জ্ঞ মূল—Radicle	১০
পুষ্পকেশর—Stamen	৩৭	জ্ঞমূল—Plumule	১০
পুংপুষ্প—Male flower	৪০	ভূট্টা—Maize	৭
পূর্ণাঙ্গ—Regular	৪০	জ্ঞ—Embryo	৪২
প্রকৃত মূল—True root	১৫	মঞ্জরী—Inflorescence	৩৭
প্রধান মূল (মূল শিকড়)—Tap-root	১১, ১৫	মঞ্জরী-পত্র—Bract	৫৭
প্রজাপতি আকৃতি—Papilionaceous	৪১	মধুগ্রন্থি—Nectar	৪১
প্রবেশন—Transpiration	৩৬	মধ্যস্তর—Mesocarp	৪৫
কলক—Blade	২৫, ২৬	মধ্যশিরা—Mid-rib	২৬
কানলাকৃতি—Funnel shaped	৪১	মস—Moss	৩
ফ্লোয়েম—Phloem	২৫	মসবর্ণ—Bryophyta	৩
কাণ—Fern	৩	মূল—Root	২
কাণবর্ণ—Pteridophyta	৩	মূলত্রা—Root-cap	১৫
কিতাকৃতি—Ligulate	৪২	মূলরোম—Root-hair	১৫
বল্লমাকৃতি—Lanceolate	২৭	মূলাকৃতি—Fusiform	২০
বহিস্কার (বীজ)—Albuminous	৮, ৪২	মুন্ডেরী—Epigeal	৮, ৪২
বাণাকৃতি—Sagitate	২৭	মুন্ডবর্ত—Hypogeal	৮, ৪২
বায়বীয় মূল—Aerial root	১৮	মৌলিক কল—Simple fruit	৪৬
বীজজ—Phanerogams	২	যুক্ত পত্র—Compound leaf	২২
বীজরন্ধ্র—Micropyle	৭	যোগিক কল—Multiple fruit	৩৬
বৃত্তাকৃতি—Reniform		রসাল কল—Fleshy fruit	৪৪
বা—Kidneyshaped	২৭	রক্ষীকোষ—Guard cell	৩২
বৃতি—Calyx	৩৭	রাহিজোম—Rhizome	২৩
বৃত্তাংশ বা কুণ্ড—Sepal	৩৭	লতা—Creeper	২২

রৈখিক পত্র—Linear	২৬	সন্ধি—Node	১০
লডিকিউল—Lodicule	৫৭	সমান্তরাল বর্গ—Thallophyta	৩
লেবু জাতীয়—Hesperidium	৫৫, ৫৫	সমান্তরাল করতল—Parallel palmate	৩০
শশা জাতীয়—Pepo	৫৫, ৫৫	সমান্তরাল পালক—Parallel pinnate	৩০
শালগমাকৃতি—Napiform	২৩	সাম্বিক—Drupe	৫৫
শিম জাতীয়—Legume	৫৫	হৃদয়—Ocular	২৭
শিরা—Vein	২৬	হৃদয়—Mucronate	২৮
শ্বাস—Respiration	৩৫	স্তম্ভমূল—Prop root	১৭
শ্বাসমূল—Breathing root	১৮	ফোটক—Dehiscent	৫৫
শোষক মূল—Haustoria	১৯	ফীত কন্ম—Tuber	২৩
ষ্টোমা—Stoma	৩১	হৃদয়াকৃতি—Hart shaped	২৭
সবধ পত্র—Simple leaf	২৯	হৃদয়াকৃতি—Palmate	২৮
সবিশাজাতীয়—Siliqua	৫৫	হৃদয়াকৃতি—Crisped	২৭
সবুজ বর্ণা বা পত্র হবৎ—Chlorophyll	৩২	স্ত্রীপুষ্প—Female flower	৫০

প্রাণী-বিজ্ঞান—Zoology

অমেকদণ্ডী—Invertebrata	৭	কিউলেক্স—Culex	২৫
প্রাণী—Protozoa	৮	কিটা—Chaeta	১৬
অনোফেলিস—Anopheles	২৫	কৃমি—Worm	৯
উভচর—Amphibious	৫২	গুটি—Cocoon	২৮
ওষ্ঠ—Pistomium	১৬	জড়—Non-living	১
কানকুলা—Operculum	৩৯	জীব—Living	১
একনালী দেহী—Coelenterata	৯	ধমনী—Artery	৫২
শুঁড়—Tentacle	৯	জীব কোষ—Cell	১
চলাফেরা—Locomotion	২	নিলয়—Ventricle	৫১
ছিদ্রাল প্রাণী—Porifera	৯	নিঃসরণ—Secretion	২
কিউটিকল—Cuticle	১৭		

গটিকা—Air bladder	৪১	বাঙাচি—Tadpole	৪৫
শিল্পকলী—Gall-bladder	৪১	মাকড়সা—Spider	৩০
পুঞ্জাঙ্কি—Compound eye	১৯, ২৮	মাছ—Fish	৩৭
পুষ্টি—Nutrition	১	মৌমাছি—Bee	২২
পোষ্টিক নালি—Alimentary canal	১৭,	মুককোট Pupa	২৯
		মৃত্যু—Death	২
		মেরুদণ্ডী—Vertebrate	৬
নিবামিষাসী—Vegetarian	৮	মাংসাসী—Carnivorus	৮
শব্দক—Mollasca	১১		
প্লাটিহেলমিনথেস—Platihelminthes	৯	লেবিয়া—Labia	২৪
গোলকৃমি—Nemathelminthes	৯	শুঙ্গ শুঙ বা শুঁঘা—Antenna	১২, ১৬, ২৮
অক্সবীমাল—Annelida	১০	মথ—Moth	২৮
প্রজাপতি—Butterfly	২৭	শূক—Larva	২৯
প্রবর্ধন—Apendage	১১	শ্বাস কার্য—Respirations	১
ফুলকা—Gill	৩৯	সংবেদনীয়—Respones to stimuli	২
বংশবৃদ্ধি—Propagation	২	সিলোম—('aelom	১৭
বায়ু কূপ—Air tube	২৭	স্তনুপায়ী—Mammals	৭
বায়ুগ্রন্থ—Lung book	৩৩	কণ্টক ত্বক—Echinodermata	১০
বৃদ্ধি—Growth	১	সন্ধিপদ—Orthropoda	১১

শারীর-বিজ্ঞান—Physiology

অগ্ন্যাশয়—Pancreas	১৭	অলিঙ্গ—Auricle	২০
		আচ্ছাদক তন্তু—Epithelial tissue	২
অধিজিহ্বা—Epiglottis	১৩	উদর গহ্বর—Abdominal cavity	১২
অন্তর্বাহী—Afferent	১৫	উপচর্ম বা বহির্চর্ম—Epidermis	২৬
অন্ননালি—Oesophagus	১১	উরঃ ফলক বা বক্ষফলক—Sternum	১২
অঙ্গ—Inte' tine	১৭	উরু—Thigh	১৩

উর্ধ্ব মহাশিরা—Vena cava superior	২০	ফ্যারিংক্স—Pharynx	১১
কপাটিকা—Valve	২২	বক্সি প্রদেশ—Pelvic region	১০
কশেরিকা—Vertebra	১১	বহির্বাহী—Efferent	১
কৈশিক—Capillary	৪	বককলক—Sternum	১৫
চর্ম (ত্বকের অংশ)—Dermis	২৬	বক্ষোগহর -Thoracic cavity	১২
জঙ্ঘা—Shank	১৩	বার্তাবহ তন্তু—Nervous tissue	২
তন্তু—Tissue	২	বৃক্ক—Kidney	১৩
তবণাঙ্কি - Cartilage	১১	মস্তিষ্ক বা মগজ—Brain	৮
তালু—Palate	১১	মেরুদণ্ড—Vertebral column	১১
তালু (নরম)—Soft palate	১১	যকৃৎ—Liver	১৩
দ্বিপাল্লী কপাটিকা—Bicuspid Valve	২২	বক্তবহা নালী—Blood vessels	৩,৪
ধমনী—Artery	২২	রক্তমণ্ড—Serum	৩
নিম্ন মহাশিরা—Vena cava inferior	২০	বক্তরস—Plasma	৪
নিলয়—Ventricle	২০	লোহিত কণিকা—Red blood-	
পঞ্জরাঙ্কি—Rib	১২	corpuscles	৪
পাকস্থলী—Stomach	১৩	শ্বেত কণিকা—White blood-	
পেশীতন্তু—Muscular tissue	২	corpuscles	৪
প্রকোষ্ঠ—Fore arm	১৩	শ্বাসনালী—Trachæa	১১
প্রগণ্ড—Upper arm	১৩	সংযোজক তন্তু—Connective tissue	২
স্প্লিন—Spleen	১৩	দুওডেনাম—Duodenum	১১

